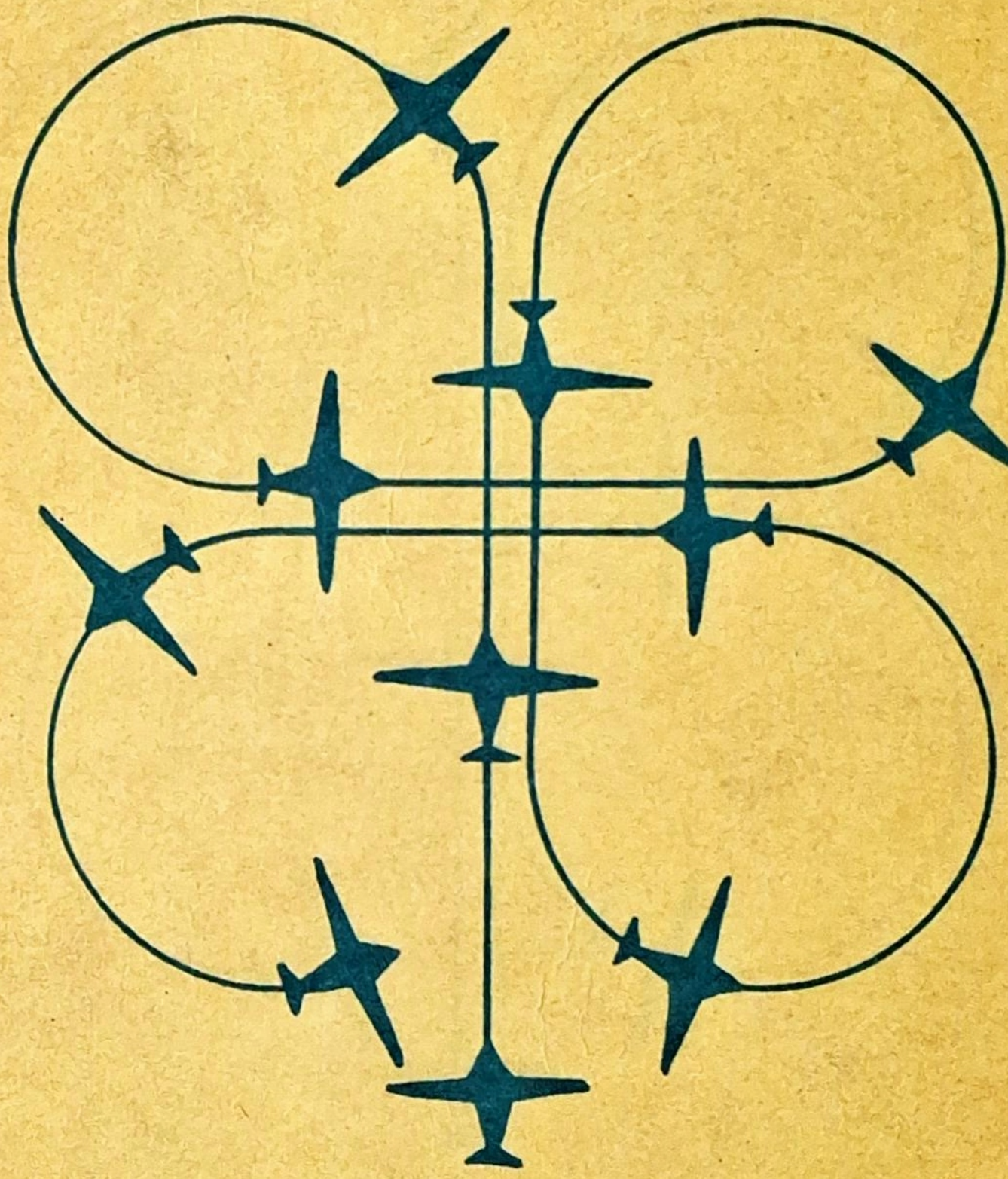
AEROKLUB PRL

ZASADY PILOTAŻU



SZKOLENIE SZYBOWCOWE

WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI I ŁĄCZNOŚCI

Autorzy
Mgr ANDRZEJ PAZIO, JAN WINCZO
Okładkę projektował w ramach P.P. PSP
KRZYSZTOF RACINOWSKI

89205

Książka zawiera cały materiał dotyczący nauki podstawowego pilotażu szybowcowego. Autorzy omawiają wszystkie podstawowe elementy lotu szybowcowego, takie jak: lot prosty i zakręty, starty za wyciągarką i za samolotem, lądowania, loty termiczne, przeloty szybowcowe, loty bez widoczności oraz akrobacja podstawowa.

Książka, należąca do cyklu obejmującego całokształt wyszkolenia szybowcowego, przeznaczona jest dla kandydatów na pilotów szybowcowych i instruktorów szybowcowych, zrzeszonych w aeroklubach PRL, oraz dla członków drużyn lotniczych ZHP.

Redaktor
TERESA DRZAL
Redaktor techniczny
ALICJA JABŁOŃSKA
Korektor
BOGDAN LANN VEL LACE

WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI i ŁĄCZNOSCI — WARSZAWA 1966

Wydanie pierwsze: Nakład 8 000 + 200 egz. Ark. druk. 9,25, w tym dwie wklejki. Ark. wyd. 11. Oddano do składania 22 listopada 1965. Podpisano do druku w maju 1966. Druk ukończono we wrześniu 1966. Papier druk. sat. kl. II 70 g B-1 z Częstochowy. Zam. P/197/65. K. 4878. Cena zł 18,—

Zakł Graf. RSW „Prasa" Wrocław. Zam. 3327/65. Z-11.

SPIS TREŚCI

Rozdział I. **Przygotowanie do lotów** 9

Rozdział II. **Technika wykonania podstawowych elementów lotu** 12
1. Ogólne zasady sterowania 12
2. Lot prosty 18
3. Zakręt 24
4. Ześlizgi w locie prostym 32

Rozdział III. **Wzlot za wyciągarką** 36
1. Profil wzlotu 36
2. Technika wzlotu 38
3. Wzlot z bocznym wiatrem 39
4. Wzlot z tylnym wiatrem 39
5. Nieprawidłowości wzlotu 42

Rozdział IV. **Lądowanie** 43
1. Podział lądowania na fazy 43
2. Technika wykonania lądowania 44
3. Lądowanie przy silnym wietrze 47
4. Lądowanie z bocznym wiatrem 48
5. Lądowanie z tylnym wiatrem 48
6. Nieprawidłowości lądowania 49

Rozdział V. **Szybowcowy krąg nadlotniskowy** . . 52
1. Znaczenie kręgu nadlotniskowego 52
2. Ogólne zasady gospodarowania wysokością i wykonywania kręgu nadlotniskowego 53
3. Technika wykonania kręgu czterozakrętowego 57
4. Technika wykonania kręgu dwuzakrętowego . 61

Rozdział VI. **Lot holowany za samolotem** 64
1. Lot holowany po prostej 65
2. Zakręt w locie holowanym 72
3. Start w zespole 76
4. Odczepienie i manewr po odczepieniu . . . 79
5. Lot pod strugami zaśmigłowymi samolotu . . 80
6. Zniżanie się zespołu 81
7. Kierowanie zespołem i porozumienie się z pilotem holującym 81

8. Gospodarowanie wysokością lotu przed wejściem w krąg 82

Rozdział VII. **Loty termiczne i żaglowe** 86

1. Sposoby nawiązywania kontaktu z prądami wstępującymi 86
2. Doskonalenie lądowania 92
3. Technika i taktyka lotu termicznego . . . 98
4. Warunkowy lot wysokościowy i czasowy do srebrnej odznaki szybowcowej 112
5. Technika wykonania lotu żaglowego 114
6. Zasady zachowania bezpieczeństwa w lotach termicznych i żaglowych 120

Rozdział VIII. **Przeloty szybowcowe** 124

1. Teoretyczne podstawy taktyki przelotowej . . 124
2. Przygotowanie do przelotu 130
3. Technika i taktyka przelotu szybowcowego . 133
4. Lądowanie na obcym lotnisku 136
5. Tereny przygodne 136

Rozdział IX. **Akrobacja podstawowa** 143

1. Strefa akrobacji 144
2. Przeciągnięcie 146
3. Głęboki ześlizg 147
4. Spirala 149
5. Korkociąg 152
6. Pętla 155
7. Przewrót 157
8. Zwrot 161
9. Szybki wywrót 163
10. Wiązanie figur 164

Rozdział X. **Lot bez widoczności** 166

1. Cechy lotu bez widoczności 166
2. Właściwości wskazań przyrządów pokładowych i wykorzystanie ich do oceny położenia . . 168
3. Lot prosty 171
4. Zakręt 174
5. Wyprowadzenie na kurs 176
6. Wyprowadzenie z sytuacji nienormalnych . . 177

Rozdział XI. **Loty na nowym typie szybowca** . . . 179

1. Poznawanie nowego typu szybowca 179
2. Loty zapoznawcze 180

Rozdział XII. **Sytuacje niebezpieczne w lotach szybowcowych** 182

1. Sytuacje niebezpieczne w locie swobodnym . 183
2. Sytuacje niebezpieczne podczas wzlotu za wyciągarką 186

3. Sytuacje niebezpieczne podczas lotu holowanego 190
4. Sytuacje niebezpieczne podczas manewrowania do lądowania 191
5. Sytuacje niebezpieczne podczas lotów termicznych i żaglowych 193
6. Sytuacje niebezpieczne podczas lotów akrobacyjnych 195

Pytania kontrolne 199

Literatura pomocnicza 206

WSTĘP

Młody szybownik często zadaje sobie pytanie: jak poprawnie wykonać zakręt, jak należy startować, lądować, wykonywać figury akrobacji, jak centrować kominy termiczne. Postaramy się odpowiedzieć na te pytania w kolejnych rozdziałach tej pracy.

W początkach szybownictwa, gdy zadania pierwszych lotów szkolnych były bardzo proste, szybowce prymitywne, a awans w szkoleniu bardzo powolny, nie było potrzeby formułowania zasad pilotażu, ponieważ każdy pilot sam bezwiednie dochodził do umiejętności pilotowania szybowca.

Szybkie tempo obecnego szkolenia, coraz bardziej doskonały i złożony sprzęt oraz trudniejsze zadania lotów stworzyły konieczność opracowania zasad pilotażu i zapoznawania z nimi szkolonych pilotów, aby praktyczne umiejętności pilotowania zdobywali znając teoretycznie sposób pilotowania.

Zasady pilotażu opierają się niemal na wszystkich działach teorii lotniczej, a w szczególności na aerodynamice i mechanice lotu, meteorologii lotniczej, budowie i eksploatacji szybowców i osprzętu oraz na higienie i psychologii lotniczej.

Pojęciem „pilotaż" określa się czynności wykonywane w locie przez pilota. Czynności te polegają na:

— sterowaniu, czyli wykonywaniu poszczególnych elementów lotu, np. startu, zakrętów, lądowania, figur akrobacji itp.,
— rozwiązywaniu taktycznych zagadnień lotu, tzn. na wiązaniu poszczególnych elementów lotu w jedną całość w celu wykonania zadania (np. rozplanowanie lotu po kręgu),
— zachowaniu bezpieczeństwa lotu, np. poprzez obserwowanie przestrzeni powietrznej, dostrzeganie znaków i sygnałów itp.

Czynności pilotażowe łączą się w locie w jednolity ciąg działania, tak że czasem trudno je rozgraniczyć.

Niektóre z czynności wykonywanych przez pilota w locie, z uwagi na ich specyficzny charakter, mimo że są podporządkowane celowi lotu, nie są zaliczane do pilotażu. Należą do nich: nawigowanie, prowadzenie korespondencji radiowej i czynności eksploatacyjne (np. obsługa aparatu tlenowego).

Czynności pilotażowe można również podzielić na:
— ocenę przebiegu lotu,
— podejmowanie decyzji o dalszym przebiegu lotu,
— wykonanie tej decyzji.

Na ocenę przebiegu lotu składają się mimowolne i wynikłe z celowej obserwacji spostrzeżenia pilota o położeniu szybowca w przestrzeni, rozwoju warunków meteorologicznych, odległości od obiektów terenowych i inne, jak również odczyty przyrządów pokładowych. Spostrzeżenia te, pozwalające ocenić przebieg lotu, stają się podstawą do podjęcia decyzji o dalszym przebiegu lotu. Podjęta decyzja jest realizowana przez sterowanie. Stwarza to nową sytuację dostarczającą spostrzeżeń do jej oceny.

W szkoleniu, w miarę zdobywania doświadczeń przez pilota, jego pilotaż ulega coraz dalej idącej automatyzacji. Dotyczy to szczególnie sterowania i prostszych rozwiązań taktycznych, a polega na usunięciu w sferę podświadomości elementów oceny sytuacji i podjęcia na tej podstawie decyzji. W pilotażu zautomatyzowanym spostrzeżenia-bodźce prowadzą bezpośrednio do reakcji pilota. Na przykład dostrzeżona niepożądana zmiana położenia szybowca wywołuje natychmiastowy ruch sterem w celu przywrócenia położenia poprzedniego i skierowanie uwagi na powrót szybowca do tego położenia. Oczywiście, trudniejsze, bardziej skomplikowane taktyczne rozwiązania lotu nie ulegają automatyzacji.

Młody pilot spotyka się często z koniecznością oceny prawidłowości pilotażu i odpowiedzi na pytanie, jaką technikę pilotażu uznać za prawidłową. O wyniku tej oceny decydują następujące czynności:
— stopień bezpieczeństwa lotu,
— stopień wykorzystania własności i osiągów szybowca oraz warunków meteorologicznych w celu wykonania zadania,
— wpływ techniki pilotażu na konstrukcję szybowca i osprzętu.

Prawidłowym pilotażem nazwiemy zatem taki, przy którym pilot w optymalnym stopniu wykorzysta własności szybowca i warunki meteorologiczne do wykonania zadania, z zachowaniem bezpieczeństwa i bez nadwerężania konstrukcji szybowca.

Rozdział I

PRZYGOTOWANIE DO LOTÓW

Osiągnięcie dobrych wyników w nauce pilotażu znacznie ułatwia staranne przygotowanie się pilota do lotów. Przygotowanie o charakterze ogólnym polega na przyswojeniu sobie wiedzy lotniczej w elementarnym zakresie. Poznanie teoretycznych zasad pilotażu pozwala zrozumieć pilotowi związki zachodzące między poszczególnymi przedmiotami wiedzy lotniczej oraz poszczególnymi elementami lotu.

Pilotaż szybowca polega na wykonywaniu czynności w ciągłym deficycie czasu. Wyklucza to możliwość przeprowadzania w powietrzu rozważań nad przebiegiem lotu i wymaga szybkiego podejmowania trafnych decyzji. Gruntowna znajomość wiedzy teoretycznej i zasad pilotażu, przemyślenie różnych możliwych sytuacji na ziemi i przyswajanie treści zadań wykonywanych w powietrzu ułatwia pilotowi orientację w locie i szybkie podejmowanie decyzji.

Istotne znaczenie dla postępów w nauce pilotażu ma analiza dotychczas wykonanych lotów, popełnionych błędów pilotażu i okoliczności ich wystąpienia. Cenną pomocą są notatki o przebiegu wykonanych lotów.

Niektórzy psychologowie lotniczy i instruktorzy pilotażu doradzają pilotom wykonywanie lotów w wyobraźni. Polega to na przedstawieniu sobie w wyobraźni zjawisk zachodzących podczas lotu i czynności wykonywanych przez pilota w kolejności narzuconej przez przebieg lotu. W ten sposób w wyobraźni można startować i lądować, wykonywać akrobację, latać na termice i wykonywać przeloty. Podczas szkolenia loty w wyobraźni przyspieszają opanowanie pilotażu, a w okresach przerw w lataniu opóźniają proces zapominania.

Niezależnie od przygotowania się do lotów w sposób ogólny, pilot powinien przygotować się konkretnie do każdego lotu. Zakres tego przygotowania zależy w dużej mie-

rze od charakteru lotu. Zawsze jednak dadzą się wyróżnić następujące charakterystyczne elementy:

- zrozumienie i przyswojenie treści zadania,
- przygotowanie niezbędnych przedmiotów pomocniczych (np. odzież ochronna, mapy, kalkulatory, żywność itp.),
- zapoznanie się z warunkami meteorologicznymi i terenowymi, w jakich będzie się odbywał lot,
- opracowanie w myśli planu lotu, polegającego głównie na dostosowaniu sposobu wykonania zadania do aktualnych warunków meteorologicznych i terenowych,
- czynności przygotowawcze, bezpośrednio poprzedzające lot.

Plan lotu powinien zawierać:

- sposób wykonania zadania w aktualnych warunkach meteorologicznych i terenowych, a w szczególności wpływ kierunku i prędkości wiatru na przebieg lotu oraz przewidywane rozmieszczenie prądów pionowych (szczególnie ważne w lotach termicznych i żaglowych); dla niektórych rodzajów lotów bardzo ważny jest wpływ rozmieszczenia przeszkód terenowych,
- możliwość wystąpienia okoliczności utrudniających lub uniemożliwiających wykonanie zadania i sposób postępowania w sytuacjach wywołanych przez te okoliczności,
- sposób uniknięcia błędów popełnianych poprzednio w lotach o podobnym charakterze.

Jeżeli materiału do sporządzenia planu dostarcza obserwacja podobnych lotów wykonywanych przez kolegów, należy analizować popełniane przez nich błędy i ustalić, jak można ich uniknąć w swoim locie. Stara zasada lotnicza głosi, że obserwacja lotów stanowi 50% nauki pilotażu.

W przypadku przelotów szybowcowych obowiązkowym uzupełnieniem planu lotów jest przygotowanie nawigacyjne trasy przelotu.

Do czynności przygotowawczych bezpośrednio poprzedzających lot należy zaliczyć: sprawdzenie stanu szybowca i spadochronu, wyposażenie szybowca w przedmioty pomocnicze i zajęcie miejsca w kabinie. Sposób sprawdzenia sprawności szybowca jest zależny od charakteru lotów i od tego, czy szybowiec w tym dniu już latał, czy też ma wykonać pierwszy lot. Pierwszy lot szybowca należy zawsze poprzedzić szczegółowym przeglądem. Natomiast w trakcie lotów ocena sprawności polega głównie na relacji poprzednika o zachowaniu się szybowca w powietrzu i pobieżnym przeglądzie zewnętrznym oraz wnętrza kabiny.

Bezpośrednio przed lotem pilot ma obowiązek uzupełnić i uporządkować odzież, zgłosić się do instruktora po wskazówki, wysłuchać ich i zapytać o rzeczy niezrozumiałe, a następnie, po otrzymaniu zezwolenia na zajęcie miejsca w kabinie szybowca, sprawdzić, dopasować i założyć spadochron (jeżeli jest on konieczny). Przed zajęciem miejsca w kabinie należy sprawdzić, czy nie zawiera ona zbędnych przedmiotów i rozmieścić w niej swoje wyposażenie. Do szybowca należy wsiąść w sposób przewidziany dla danego typu, zachowując ostrożność. W kabinie przed startem należy wykonać następujące czynności:

- przyjąć właściwą, wygodną pozycję ciała przez dopasowanie pedałów i oparcia,
- sprawdzić ustawienie wskazówek wysokościomierza na zero,
- pełnymi wychyleniami sprawdzić działanie sterów, klapek wyważających i odciążających, hamulców aerodynamicznych i klap wyporowych,
- sprawdzić łączność radiową,
- zamknąć osłonę kabiny i sprawdzić pewność zamknięcia,
- sprawdzić działanie zaczepu i wydać polecenie zaczepienia liny holowniczej,
- ocenić, czy lina lub liny startowe są prawidłowo ułożone przed szybowcem oraz czy nie ma przeszkód do startu na przedpolu,
- prawą ręką ująć drążek i ustawić w położeniu neutralnym, ustawić ster kierunku w położeniu neutralnym,
- sprawdzić położenie klapki wyważającej, zabezpieczenie dźwigni hamulców, położenie dźwigni klap, położenie zamka limuzyny i pewność jej zamknięcia,
- podniesieniem lewej ręki zgłosić gotowość do startu.

Gdy startowy da sygnał do startu, należy położyć lewą rękę na kolanie i skierować uwagę na przebieg startu.

Podczas wykonywania czynności przygotowawczych bezpośrednio przed lotem pilot powinien korzystać z pomocy kolegów. Licząc na pomoc kolegów w przygotowaniu do lotów należy zawsze być gotowym do udzielania w razie potrzeby pomocy innym.

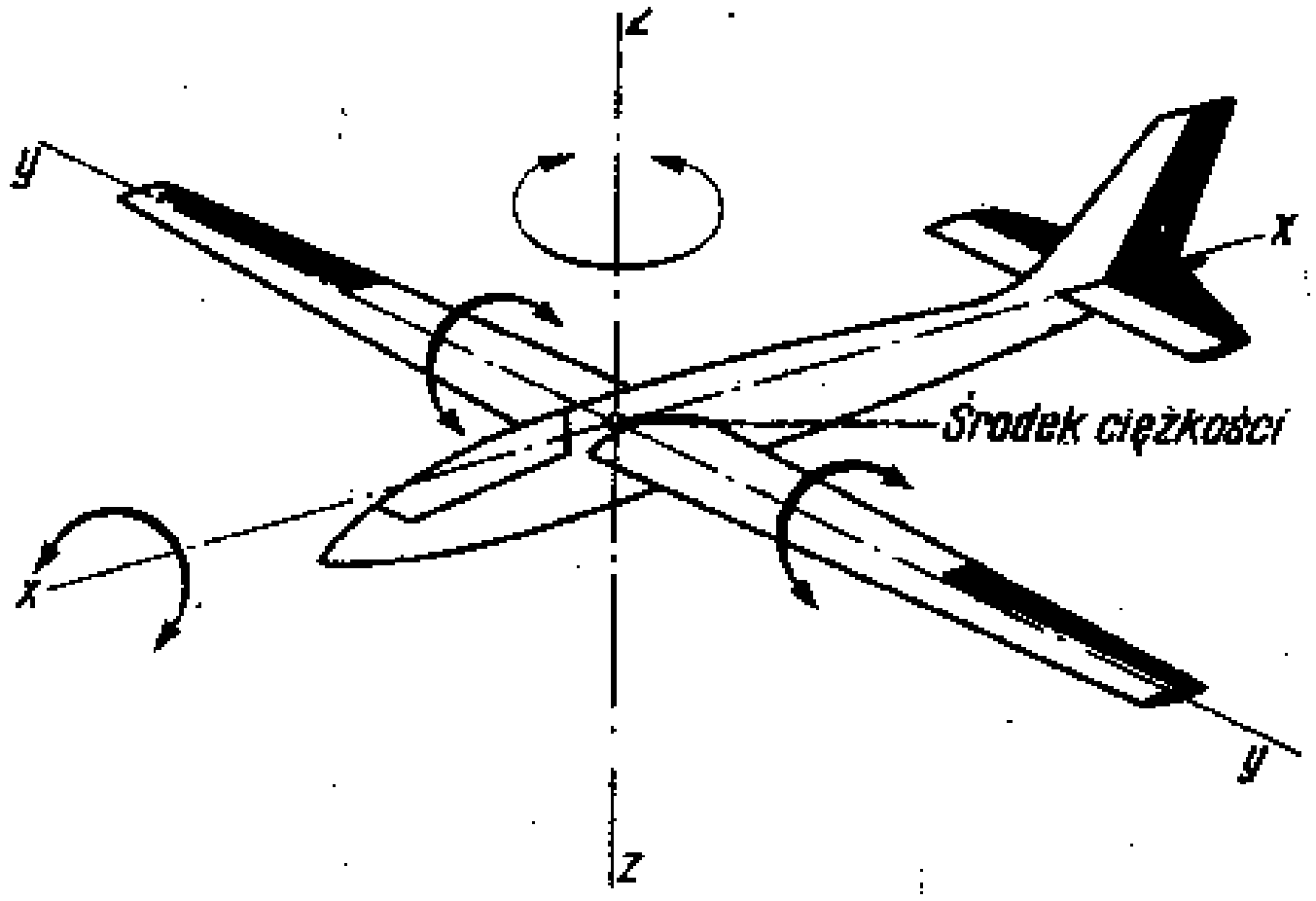
Po zakończeniu lotu pilot powinien zamknąć osłonę kabiny opuszczonego szybowca i czuwać nad prawidłowością i bezpieczeństwem transportu szybowca z miejsca lądowania, a następnie zabezpieczyć go przed wiatrem. Ostatnią czynnością po locie jest zgłoszenie się do instruktora po uwagi, a następnie analiza lotu.

Rozdział II

TECHNIKA WYKONANIA PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW LOTU

1. Ogólne zasady sterowania

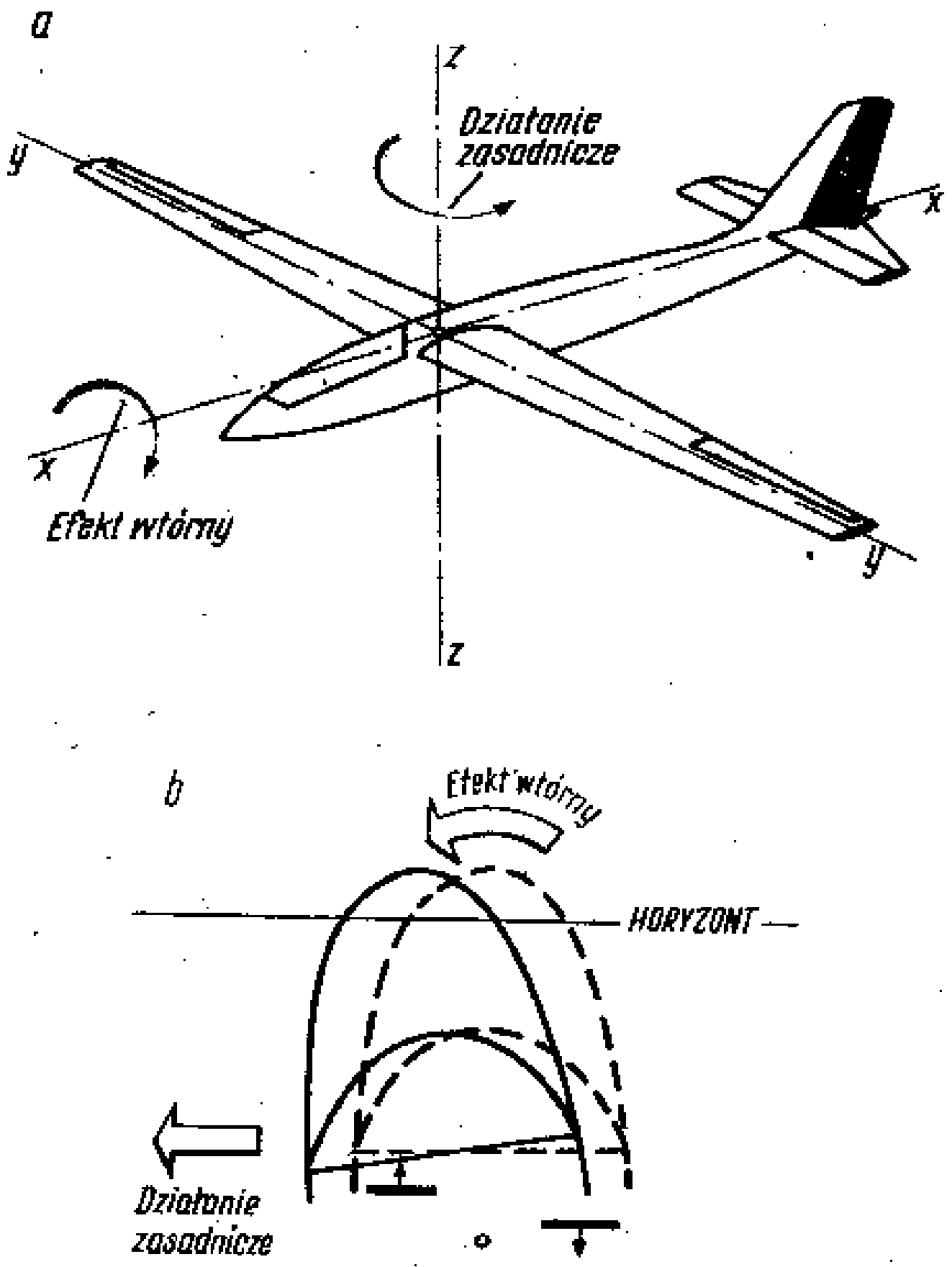
Wszelkie ewolucje wykonywane w przestrzeni powietrznej przez szybowiec można sprowadzić do obrotu wokół trzech osi: podłużnej, pionowej i poprzecznej, podczas ruchu postępowego. Rozpoczynanie obrotu, jego kontynuowanie i zatrzymanie osiąga się przez wychylenie odpowiednich sterów (rys. 1), zgodnie z zasadą: wychylenie steru wysokości powoduje obrót szybowca wokół osi poprzecznej Y-Y, steru kierunku — wokół osi pionowej Z-Z, a lotek — wokół osi podłużnej X-X.



Rys. 1. Osie obrotu szybowca

W rzeczywistości działanie powodujące obrót tylko wokół jednej osi ma ster wysokości. Wychylenie steru kierunku powoduje oprócz obrotu wokół osi pionowej również obrót

wokół osi podłużnej w tę samą stronę (rys. 2). Zjawisko to, znane z aerodynamiki, jest spowodowane różnymi prędkościami skrzydeł podczas obrotu szybowca wokół osi Z–Z w locie. Wychylenie lotek pociąga za sobą nie tylko obrót

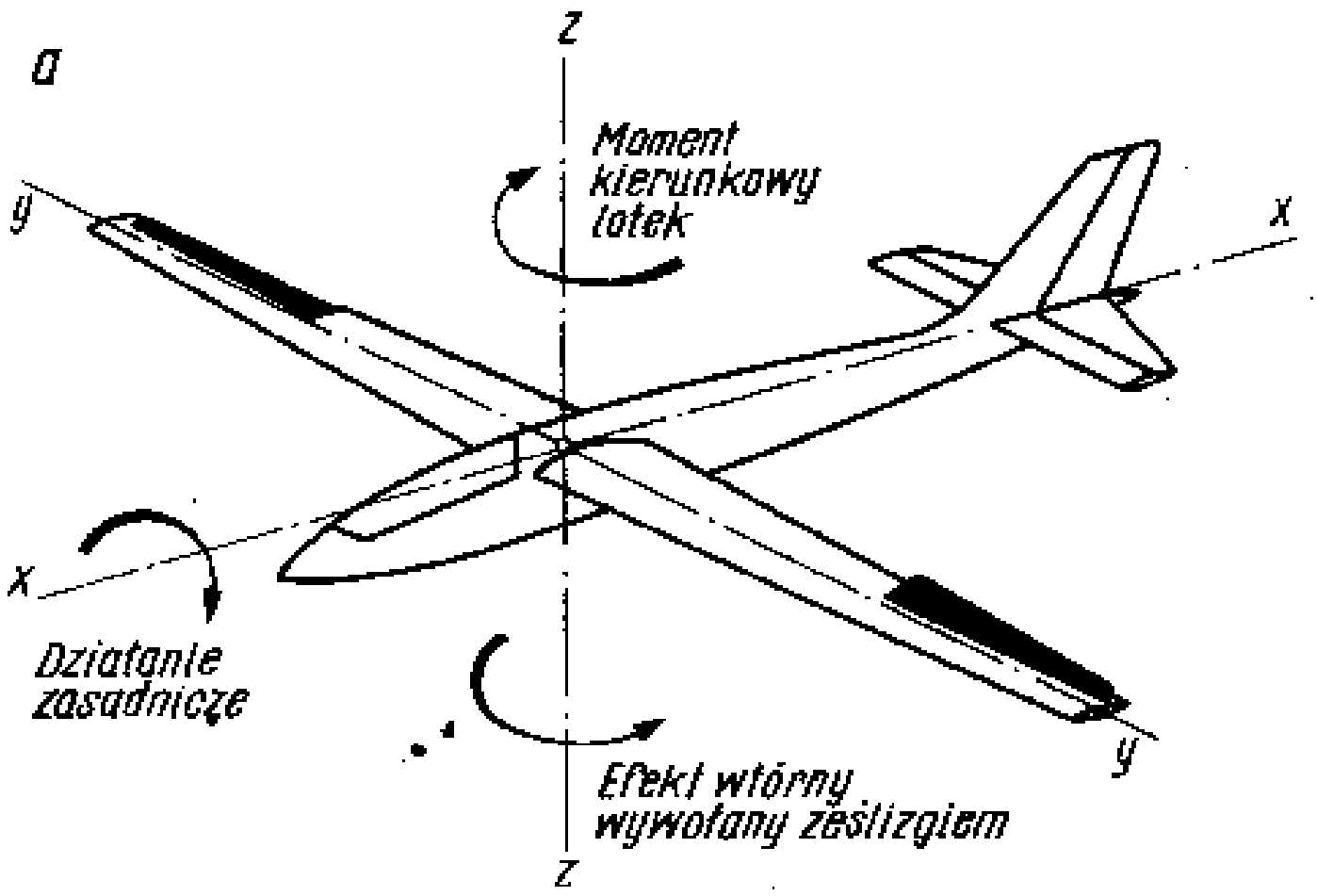


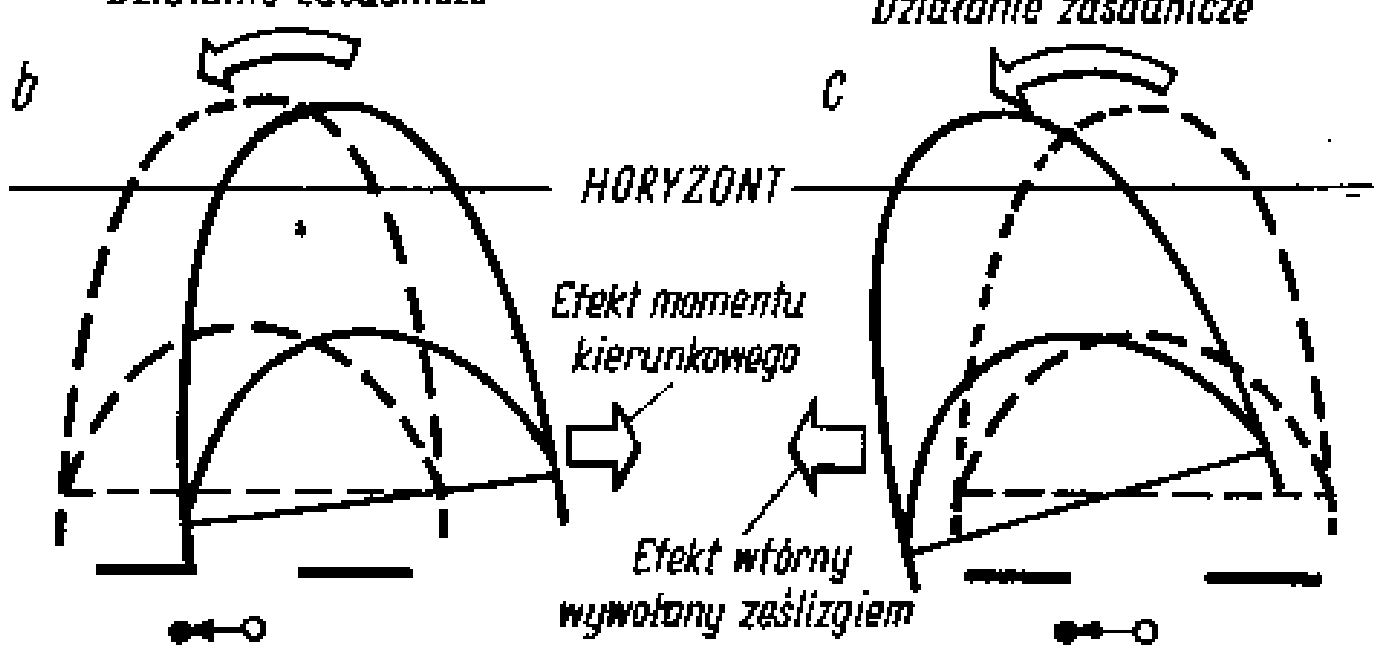
Rys. 2. Działanie steru kierunku

szybowca wokół osi podłużnej, lecz jednoczesny obrót wokół osi pionowej w przeciwną stronę (rys. 3). Zjawisko to jest wywołane momentem oporowym lotek wynikającym z różnicy oporów skrzydeł przy wychylonych lotkach. W dalszym ciągu po wychyleniu lotek, wskutek przechylania się, szybowiec rozpoczyna ześlizg w stronę przechylenia. Powoduje to zakręt (obrót wokół osi pionowej) w stronę przechylenia, jako wynik siły powstającej na usterzeniu kierunku wskutek ześlizgu (rys. 3).

Uboczne działanie steru kierunku i lotek wymaga stałego współdziałania sterów w celu eliminowania niepożą-

danych skutków ich wychyleń. Na przykład chcąc osiągnąć obrót tylko wokół osi podłużnej należy równocześnie z wychyleniem lotek wychylić ster kierunku w tę samą stronę, aby zrównoważyć moment kierunkowy lotek (rys. 4). Jest

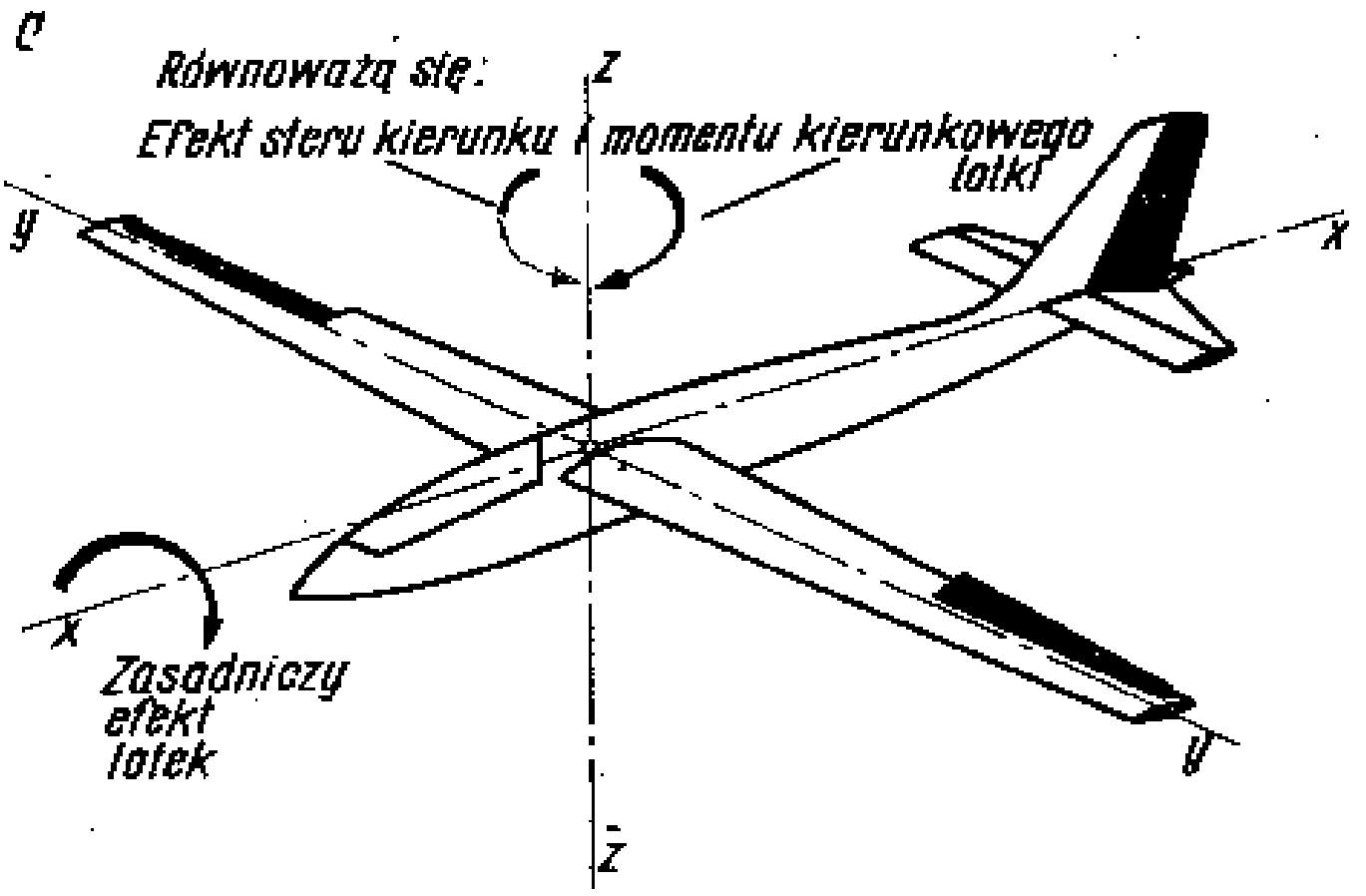


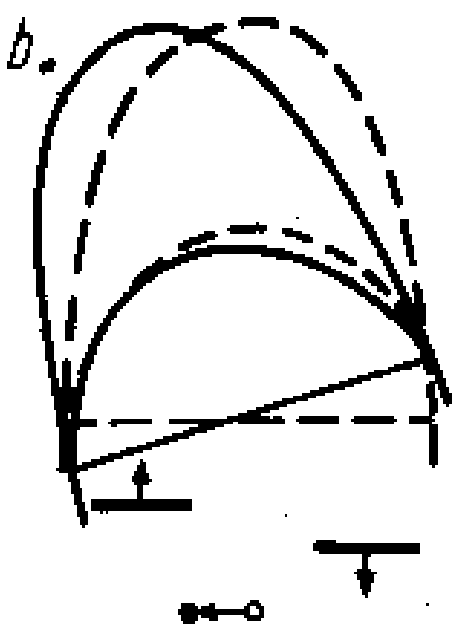


Rys. 3. Działanie lotek

to przykład tzw. zgodnej koordynacji lotek i steru kierunku. Aby osiągnąć płaski (bez przechylenia) obrót wokół osi pionowej, należy jednocześnie ze sterem kierunku wychylić lotkę w stronę przeciwną, aby wyeliminować skłonność szybowca do przechylania się (rys. 5). Takie współdziałanie lotek i steru kierunku nazywamy koordynacją przeciwną. Nie jest to jednak jedyny przypadek jej stosowania. Podczas wykonywania różnych elementów lotu koordynację przeciwną stosuje się niemal równie często jak zgodną.

Osiągana prędkość obracania się szybowca wokół osi (skuteczność sterów) jest proporcjonalna do stopnia wychylenia steru i do prędkości lotu. Skuteczność sterów jest różna na różnych typach szybowców.



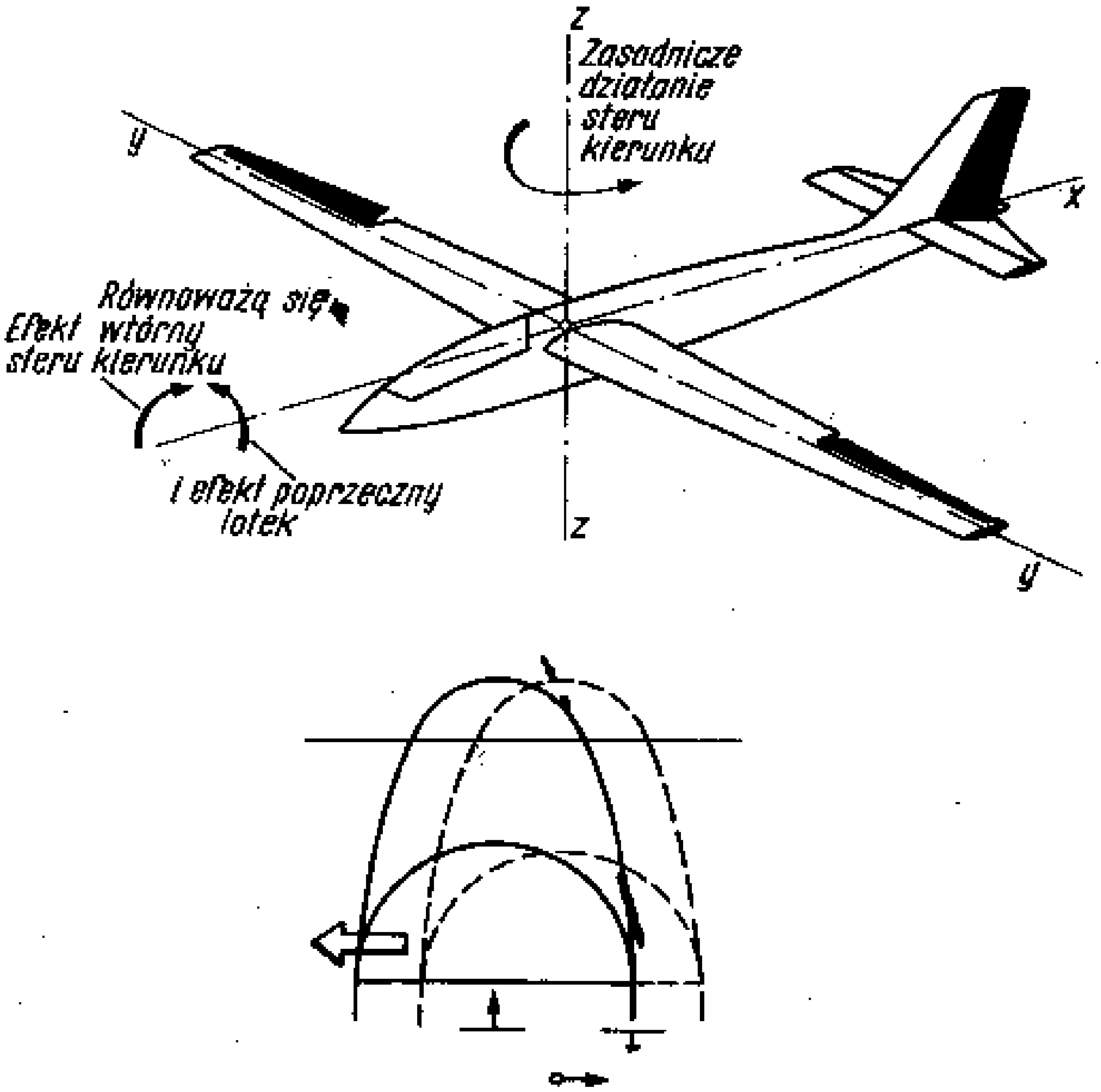


Rys. 4. Przechylenie szybowca z zachowaniem kierunku

Na oznaczenie ruchów wykonywanych sterami przyjęło się używanie gwarowych określeń, takich jak: **„oddawanie drążka"** — oznaczające ruch drążka od siebie i towarzyszące mu wychylenie steru wysokości w dół, **„ściąganie drążka"** — oznaczające ruch drążka na siebie i towarzyszące mu wychylanie steru wysokości w górę, **„drążek w lewo"** lub **„wychylenie lotki w lewo"** — tzn. ruch drążka w lewo i towarzyszące mu wychylanie lewej lotki do góry, a prawej w dół. Używane są również takie określenia, jak: **„akcentowanie prawą nogą"** — do oznaczenia niewielkiego wychylenia steru kierunku w prawo, **„podtrzymywanie"** lotką, sterem wysokości lub kierunku — do oznaczenia przeciwdziałania tendencji szybowca do pochy-

lania się lub przechylania w zakręcie, **„przytrzymywanie"** sterem wysokości lub kierunku — co oznacza przeciwdziałanie tendencji do odchylania się przodu szybowca ku górze od zamierzonego położenia. **„Ruch drążka po przekątnej"** oznacza w gwarze lotniczej równoczesne wychylanie steru wysokości i lotek. Wyraz **„maska"** oznacza widoczny z kabiny na tle horyzontu przód szybowca. Wyraz **„zwis"** oznacza niezamierzone (rzadziej zamierzone) przechylenie szybowca.

Poza tym istnieje jeszcze wiele określeń gwarowych używanych w lotnictwie. Przytoczone wyżej wyrażenia,



Rys. 5. Obrót szybowca wokół osi pionowej Z-Z bez przechylenia

ktorych czystość językowa jest często kwestionowana, zakorzeniły się mocno w praktyce lotniczej. W szkoleniu i omawianiu zasad pilotażu oddają one nieocenioną przysługę, ułatwiając zwięzły opis czynności. W dalszym ciągu książki będą one już używane bez cudzysłowu.

Sterowanie szybowcem odbywa się podwójnymi ruchami sterów. Pierwszy ruch sterem powoduje obrót szybowca

w zamierzonym kierunku, drugi ruch, przeciwny do pierwszego, ma na celu zatrzymanie obrotu po osiągnięciu przez szybowiec zamierzonego położenia.

Zasada sterowania podwójnymi ruchami jest podstawową zasadą pilotażu. Wprawdzie teoretycznie możliwe jest również sterowanie pojedynczymi ruchami, niemniej jednak w praktyce sterowanie takie jest niemożliwe, ponieważ ruchy musiałyby być bardzo małe, a reakcje szybowca na nie byłyby bardzo powolne. Na przykład kilkumilimetrowe przesunięcie drążka do przodu powoduje kilkudziesięciokilometrowy wzrost prędkości. Zmiany prędkości rzędu 5 do 10 km/h wymagałyby więc wykonywania ruchów niemal niewyczuwalnych. W praktyce zmiany prędkości osiąga się ruchem drążka znacznie większym niż konieczny do ustalenia żądanej prędkości, a następnie, z chwilą jej osiągnięcia wycofuje się wychylenie drążka na tyle, aby prędkość nie zmieniała się. Również utrzymywanie równowagi poprzecznej i kierunku wymaga podwójnych ruchów lotkami i sterem kierunku.

Podczas sterowania pilotowi nie wolno patrzeć na drążek i pedały. O potrzebie wykonania ruchu sterem informują pilota dostrzegane ruchy maski szybowca w stosunku do linii horyzontu (ewentualnie wskazania przyrządów pokładowych). Również ruchy maski wywołane ruchami sterów pozwalają dostosować kierunek i wielkość tych ruchów do potrzeb bez patrzenia na drążek i pedały.

Uważne obserwowanie maski i ocena na tej podstawie zmian położenia szybowca w przestrzeni, a nawet zauważanie tendencji do zmiany położenia jest podstawowym czynnikiem gwarantującym powodzenie w nauce sterowania. Patrzenie na drążek i pedały uniemożliwia zaobserwowanie zmian położenia i wyklucza możliwość prawidłowej reakcji sterami we właściwym czasie.

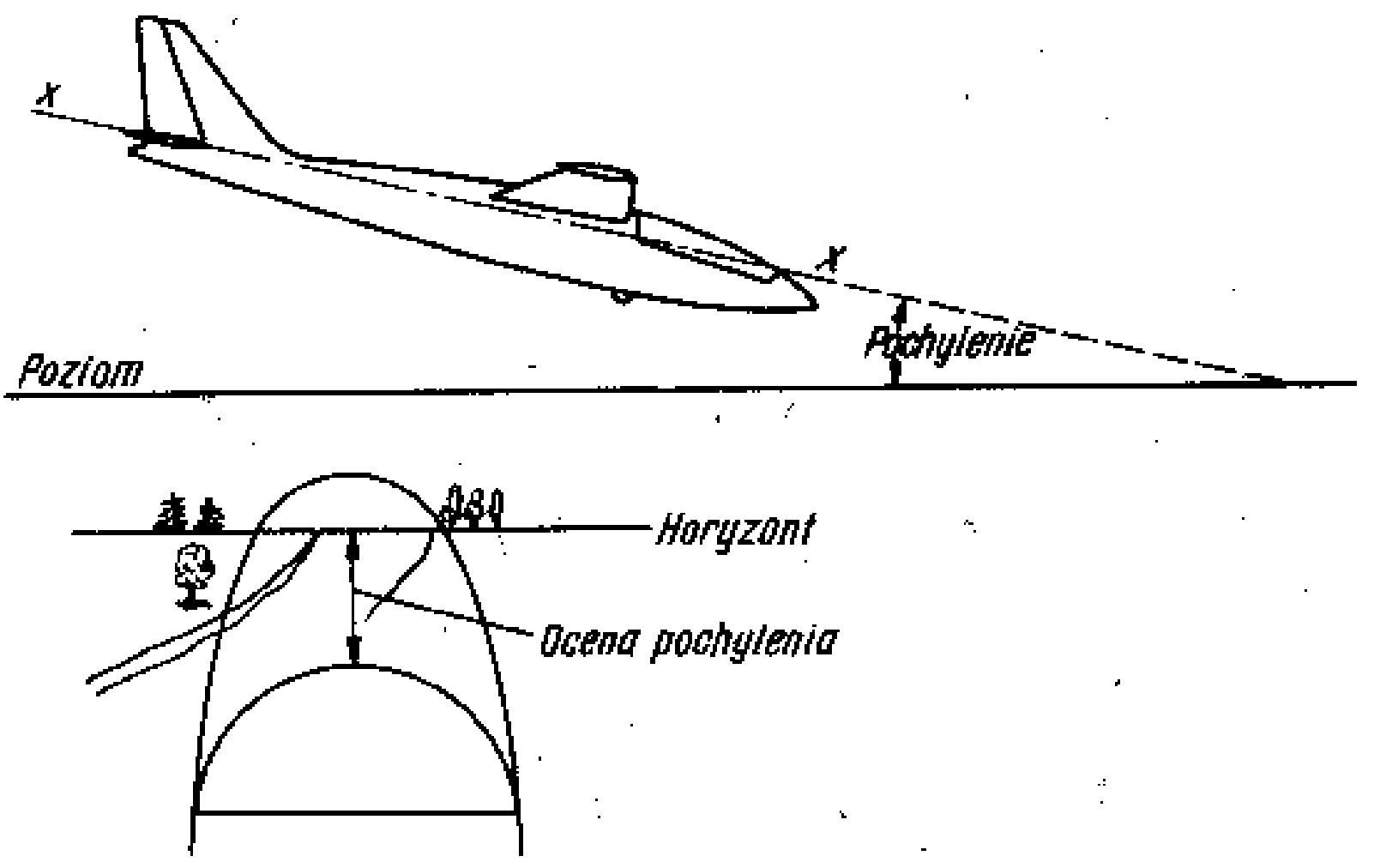
Reagowanie na zauważone tendencje do zmian położenia szybowca ruchami odpowiednich sterów powoduje, że pilot właściwie koordynuje wychylenia lotek i steru kierunku oraz steruje podwójnymi ruchami nie zastanawiając się nawet, że to czyni.

Zamieszczone pod rysunkami maski szybowca na tle horyzontu (rys. 2, 3, 4, 5 i inne) kreseczki wyobrażające pedały, kółeczko wyobrażające drążek i strzałki oznaczające kierunki wychyleń sterownic mogą być pomocne dla uzmysłowienia sobie sposobu sterowania. Nie można ich traktować jednak jako ścisłych schematów, według których, „ślepo" powtarzając ruchy, bez obserwowania zmian położenia szybowca można sterować.

2. Lot prosty

W poprawnym locie ślizgowym po prostej pilot powinien zachować stały, zamierzony kierunek lotu, równowagę poprzeczną i odpowiednią prędkość. (Jeżeli w tekście użyte jest słowo „prędkość" bez bliższych oznaczeń, oznacza ono zawsze prędkość powietrzną szybowca, czyli prędkość szybowca względem powietrza).

Utrzymanie prędkości. W lotach szkolnych zaleca się utrzymywanie prędkości optymalnej zaokrąglonej w górę do najbliższej działki prędkościomierza. Najpewniejszym sposobem zachowania stałej prędkości w spokojnych warunkach jest zachowanie stałego pochylenia, tj. kąta zawartego między osią podłużną szybowca a poziomem (rys. 6). W warunkach turbulencyjnych dążenie do zachowania stałego pochylenia nie zapewnia stałej prędkości, pozwala jednak na uniknięcie jej nadmiernych wahań.



Rys. 6. Pochylenie

Ocena pochylenia jest bardzo łatwa i polega na obserwacji odległości maski szybowca od linii horyzontu. W locie ślizgowym każdemu pochyleniu odpowiada określona prędkość, czyli zmianom pochylenia towarzyszą zmiany prędkości. Następują one jednak z pewnym opóźnieniem wywołanym bezwładnością szybowca, tak że nowemu pochyleniu odpowiada przez chwilę jeszcze poprzednia prędkość zmiany pochylenia. Warunkiem utrzymania stałej prędkości jest reagowanie sterem wysokości na zaobser-

wowane zmiany pochylenia oraz okresowa kontrola wskazań prędkościomierza.

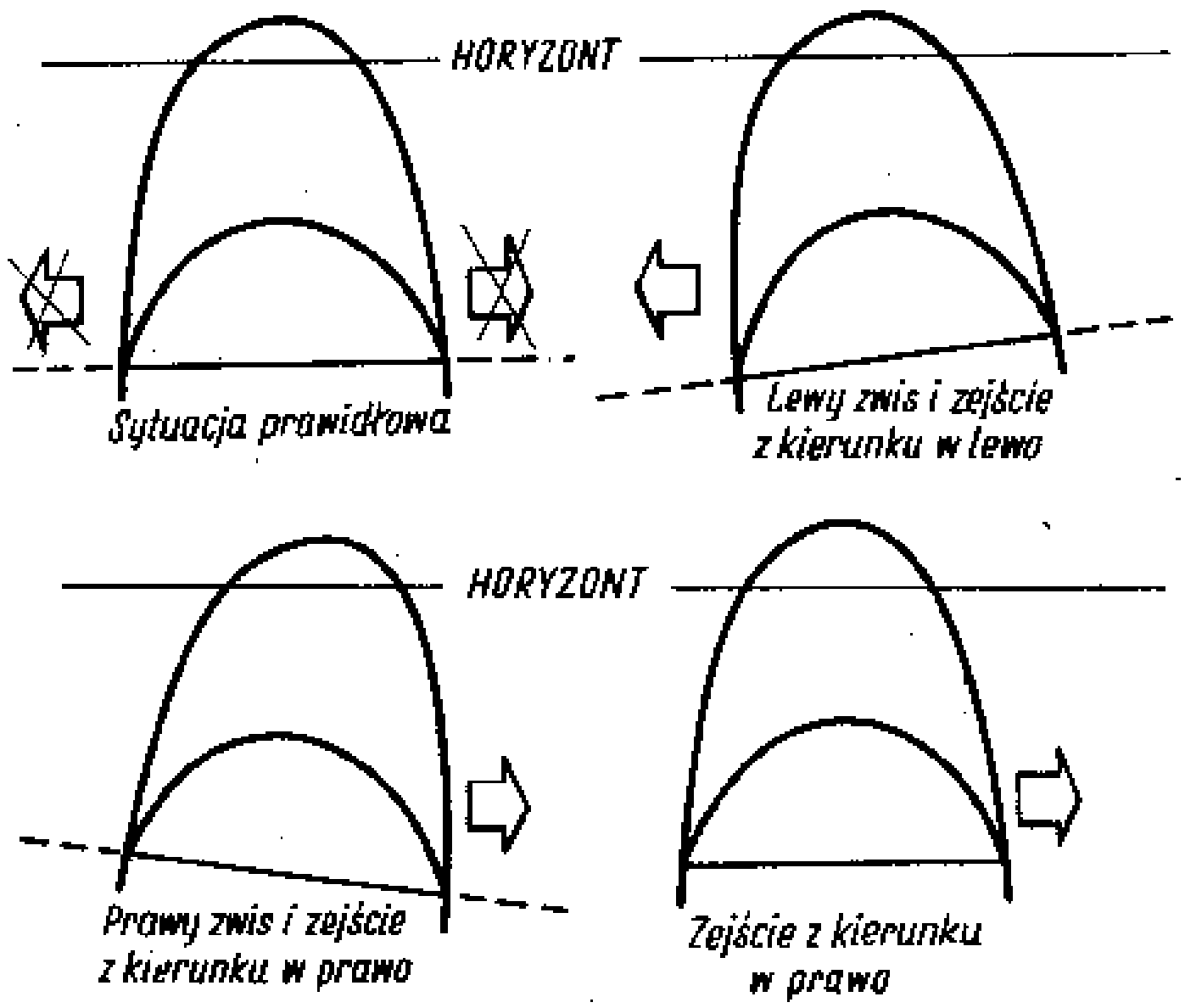
W celu uzyskania zamierzonej zmiany prędkości, np. zwiększenia prędkości, należy przez oddanie drążka zwiększyć pochylenie, obserwując jednocześnie zmianę odległości maski od horyzontu. W chwili osiągnięcia żądanego pochylenia należy ściągnąć drążek na tyle, aby wstrzymać ruch maski w dół, a po chwili sprawdzić na prędkościomierzu, czy prędkość dostatecznie wzrosła. Zmniejszenie prędkości osiąga się w podobny sposób przez odwrotne ruchy sterem. Przy przechodzeniu z prędkości znacznie zwiększonej ponad optymalną na prędkość mniejszą ruchy sterami muszą być bardzo małe i delikatne, a zamierzony spadek prędkości dobrze jest osiągnąć „na raty". Odwrotnie — przechodzenie z małej prędkości, zbliżonej do minimalnej, do większej wymaga szybkiego ruchu sterem. Wynika to w pewnej mierze z zależności między prędkością lotu i skutecznością sterów. Głównie zaś podyktowane jest względami bezpieczeństwa lotu.

Turbulencja w powietrzu powoduje powstawanie niezależnych od sterowania znacznych zmian prędkości i pochylenia. Wywołane są one zmianami kąta natarcia przez poziome i pionowe podmuchy powietrza. Przy turbulencji, wywołanemu nią wzrostowi prędkości towarzyszy zadzieranie maski w górę, podczas spadku prędkości szybowiec pochyla się maską w dół (odwrotnie niż przy zmianach prędkości wywołanych sterem wysokości). Prawidłowa reakcja pilota powinna polegać na zachowaniu stałego pochylenia przez niedopuszczanie do unoszenia maski. Przy spadkach prędkości nie należy przesadnie reagować na opuszczanie się maski w dół, lecz pozwolić na niewielkie rozpędzenie się szybowca.

Utrzymanie prędkości znacznie ułatwia wyważenie szybowca klapką wyważającą. Korzystniejsze dla młodego pilota jest wyważenie szybowca na odpowiedniej prędkości tak, aby konieczna była minimalna siła ściągająca drążek sterowy. Odwrócenie uwagi od sterowania wywołuje wówczas na ogół wzrost prędkości. Wyważenie przeciwne powoduje przy odwróceniu uwagi od sterowania spadek prędkości, związany ze zwiększeniem kąta natarcia.

Utrzymanie kierunku i równowagi poprzecznej. Utrzymanie kierunku jest związane z zachowaniem równowagi poprzecznej. Każdy zwis powoduje zakręcanie szybowca. Ocena odchyleń szybowca od kierunku i równowagi po-

przecznej polega na obserwacji ruchów poprzecznych maski i jej przechyleń w stosunku do horyzontu (rys. 7). Ocenę tę może utrudnić nieprawidłowa pozycja ciała



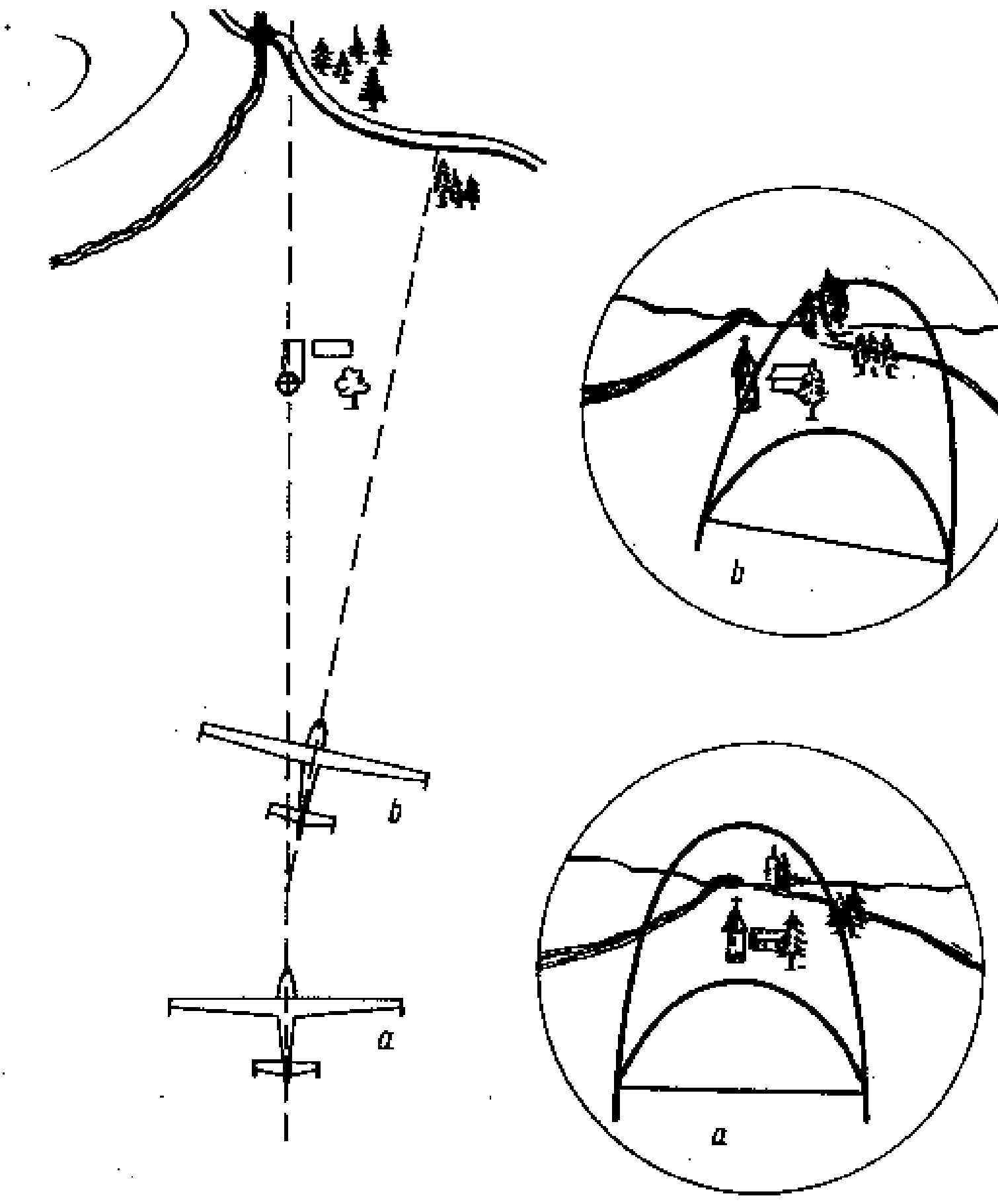
Rys. 7. Ocena zachowania równowagi poprzecznej i kierunku

w kabinie, a szczególnie odchylanie głowy w stronę przeciwną do przechylenia szybowca.

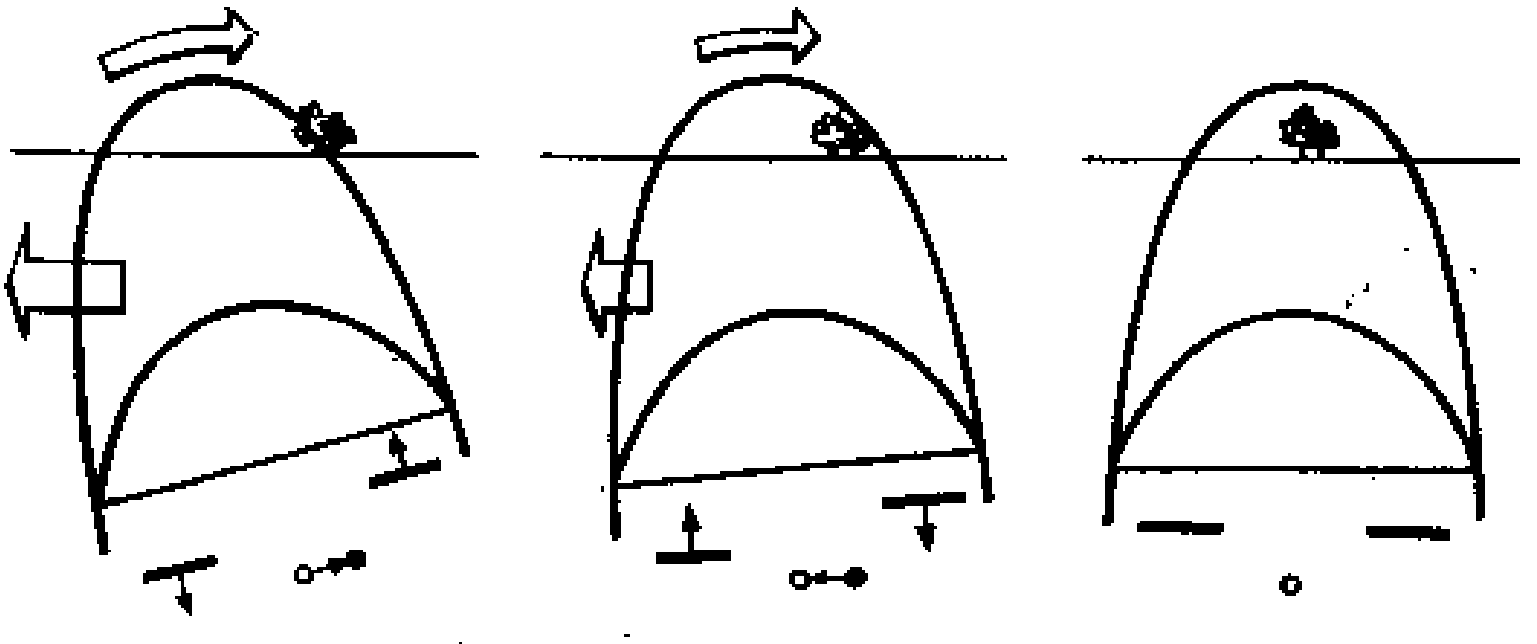
W celu zachowania stałego kierunku lotu należy obrać w terenie dobrze widoczny, odległy obiekt lub dwa obiekty ułożone na linii lotu (rys. 8), co jest konieczne przy bocznym wietrze. Zachowanie kierunku i równowagi poprzecznej wymaga reagowania skoordynowanymi ruchami lotek i steru kierunku na zauważone tendencje do zwisów i zakręcania. Reagowanie na tendencje do odchyleń oznacza usuwanie sterami niewielkiego zwisu lub zmiany kierunku w chwili gdy one powstają, co jest znacznie łatwiejsze niż usuwanie dużych zwisów i zmian kierunku.

Skoordynowane działanie lotek i steru kierunku osiąga się reagując jednocześnie sterem kierunku na tendencje do zakręcania, a lotkami na skłonność do przechylania się szybowca. Na przykład gdy zauważymy powstający zwis i zakręcanie w prawo, przeciwdziałamy tym tendencjom wychylając w lewo drążek i ster kierunku takim ruchem, aby szybowiec przestał się przechylać i zakręcać oraz za-

czął powracać do położenia poprzedniego. Następnie, w miarę powracania szybowca do położenia równowagi poprzecznej i maski do poprzedniego kierunku, wycofujemy stery do położenia neutralnego (rys. 9).



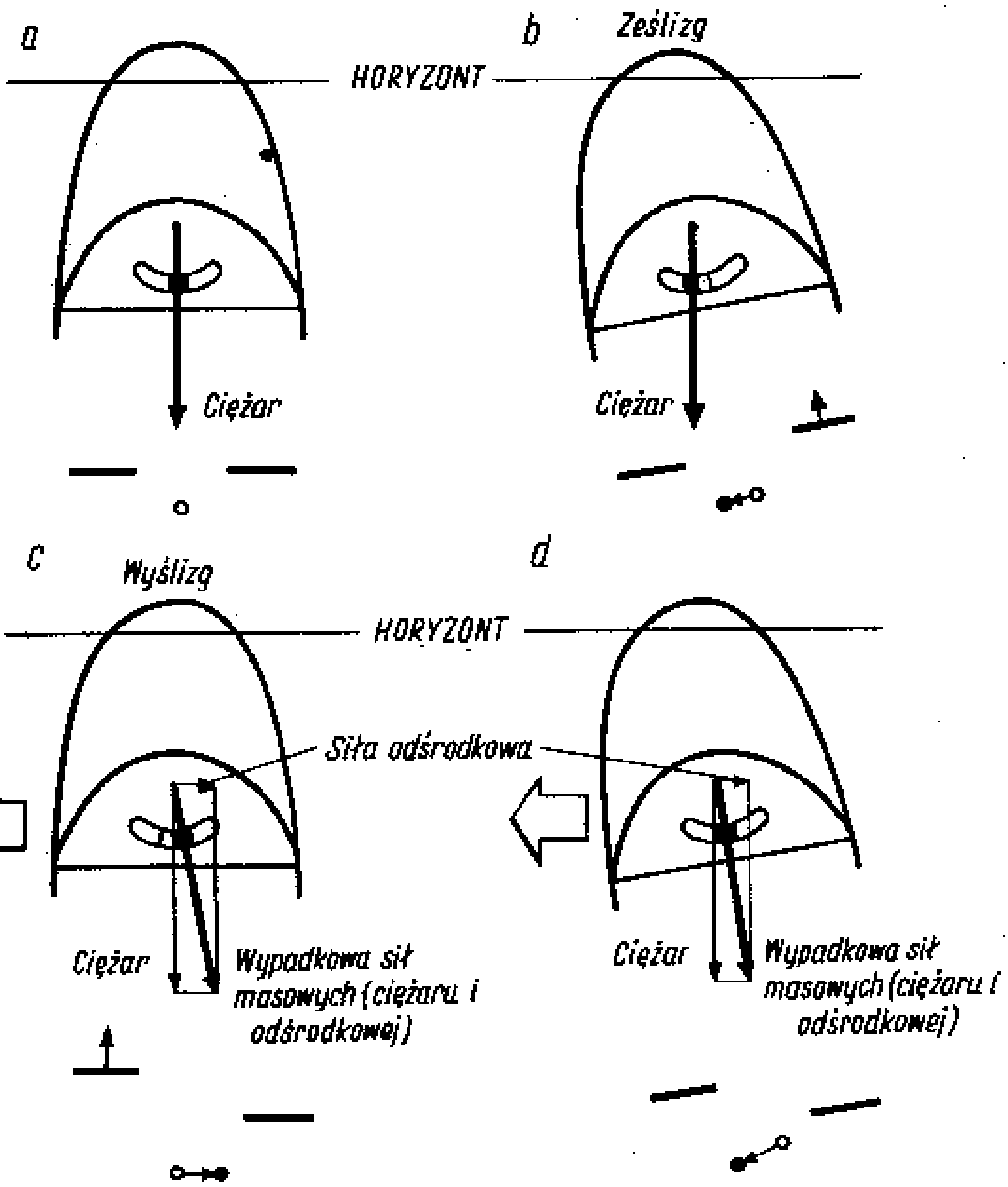
Rys. 8. Linia kierunkowa



Rys. 9. Usuwanie zwisu

Na ogół większość uczniów-pilotów przy nauce lotu prostego ma skłonność do wykonywania nadmiernych ruchów lotkami i nieużywania steru kierunku. Tymczasem w celu zachowania koordynacji ruchy sterem kierunku muszą być większe i przyspieszone w porównaniu do ruchów lotkami.

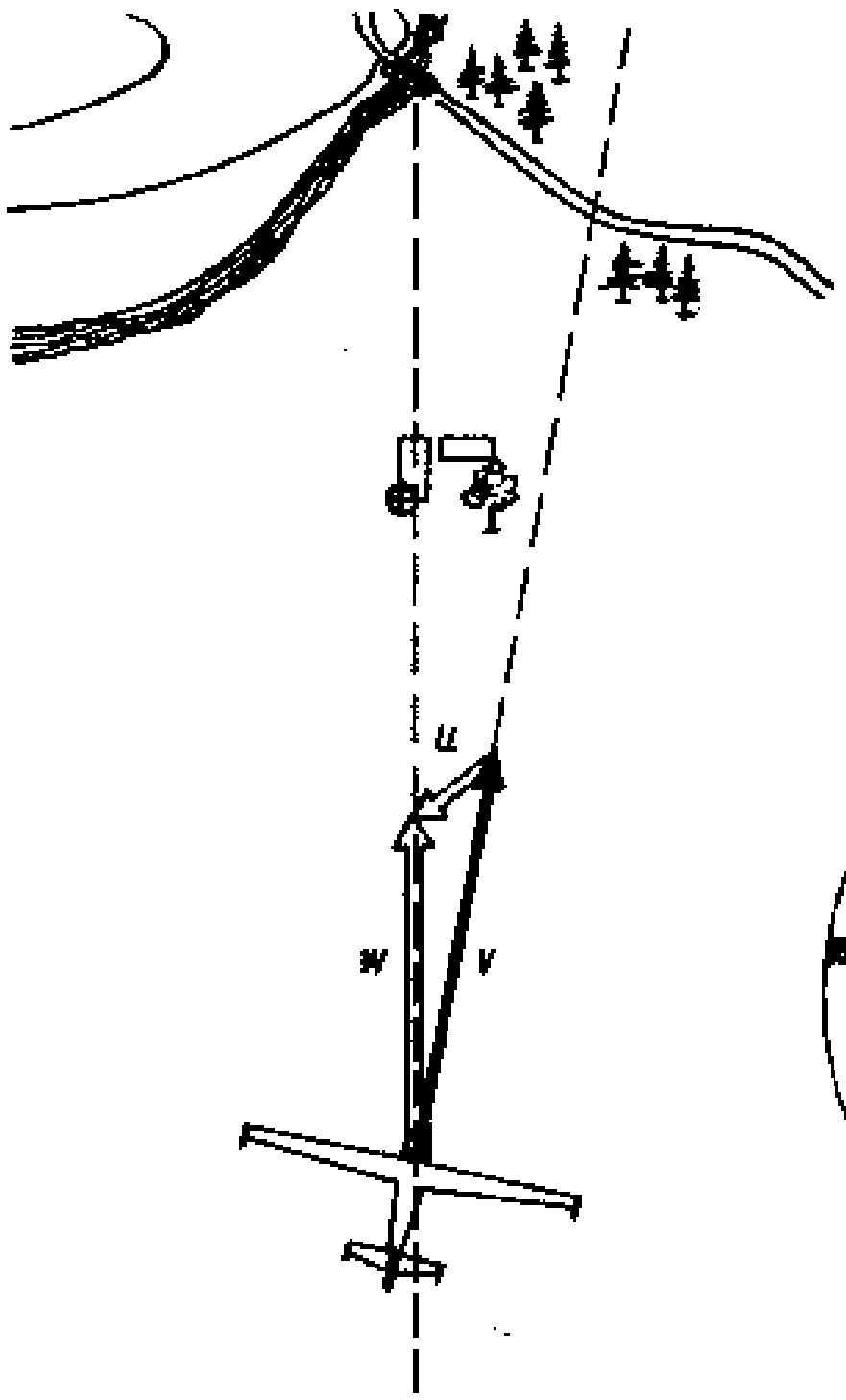
Przyrządem, który ułatwia utrzymanie lotu prostego, jest chyłomierz poprzeczny. Położenie środkowe kulki



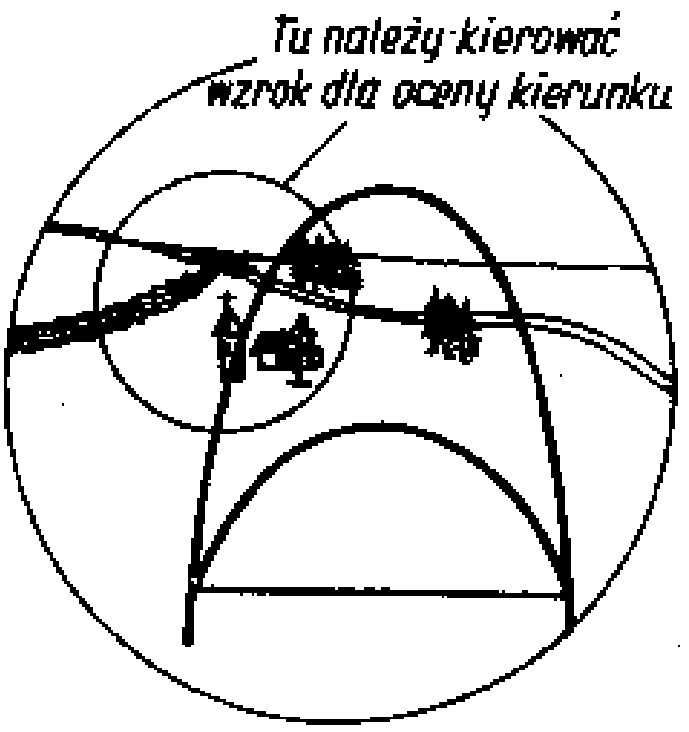
Rys. 10. Zasada działania chyłomierza poprzecznego

chyłomierza oznacza równowagę sił działających na szybowiec. W locie prostym kulka odchyla się od położenia środkowego w wyniku zwisu lub nieskoordynowanego użycia sterów. Zasada działania chyłomierza poprzecznego (rys. 10) jest podobna do działania poziomnicy. Obudowa

przyrządu zamocowana na tablicy przyrządów pokładowych przyjmuje to samo położenie poprzeczne, co szybowiec (przechyla się lub pozostaje w równowadze wraz z nim). Natomiast kulka-wskaźnik ułożona swobodnie w półkolistej szklanej rurce podlega działaniu sił masowych (ciężar i siła odśrodkowa przy zmianie kierunku lotu) i układa się na linii działania wypadkowej tych sił. Jeśli szybowiec przechyli się w locie prostym, to kulka wychodzi z położenia środkowego oznaczonego ogranicznikami, w stronę zwisu (tzw. ześlizg, rys. 10b), jeśli natomiast szybowiec zmienia kierunek lotu bez przechylenia wskutek wychylenia steru kierunku, to kulka wychodzi w stronę przeciwną do zmiany kierunku (tzw. wyślizg, rys. 10c). Gdy szybowiec podczas zmiany kierunku jest odpowiednio przechylony, wówczas kulka pozostaje w środkowym położeniu (zakręt prawidłowy, rys. 10d).



Rys. 11. Utrzymanie kierunku w locie z bocznym wiatrem



Podczas lotu z bocznym wiatrem należy prowadzić szybowiec wzdłuż linii kierunkowej, z maską odchyloną od niej pod wiatr. Oś szybowca tworzy z linią kierunkową kąt równy kątowi znoszenia. Lot taki nazywa się trawersowaniem (rys. 11). Wskutek porywistości wiatru szy-

bowiec ma skłonność do zakręcania pod wiatr i przechylania się w stronę przeciwną. Tendencje te są tym bardziej zauważalne, im większa jest porywistość wiatru. Przeciwdziałanie im wymaga czasem ustawicznej pracy sterami.

Zachowanie równowagi poprzecznej i kierunku w turbulencji wymaga wykonywania ruchów bardziej energicznych (prędkość ruchu sterami musi być dostosowana do prędkości powstającego odchylenia) i obszerniejszych (należy stery wychylać dopóty, dopóki szybowiec nie zareaguje, a następnie wycofywać do neutrum, w takim tempie, w jakim szybowiec wraca do żądanego położenia).

Podział uwagi w locie prostym. Aby jednocześnie reagować sterami na wszystkie odchylenia szybowca od stanu prawidłowego, należy dzielić uwagę następująco:

a) obserwacja maski szybowca i horyzontu, która umożliwia:
- ocenę zmian pochylenia,
- ocenę zachowania równowagi poprzecznej,
- ocenę zachowania prostolinijności lotu (ruchy boczne maski),

b) kontrola wskazań przyrządów pokładowych:
- prędkościomierza (pozwala na ocenę prędkości),
- chyłomierza poprzecznego (pomaga ocenić zachowanie równowagi poprzecznej i koordynację ruchów sterami),

c) obserwacja obiektów terenowych (pozwala utrzymać kierunek lotu).

3. Zakręt

Cechy zakrętu. Zakręt charakteryzują trzy wielkości:
- prędkość postępowa,
- przechylenie,
- prędkość kątowa.

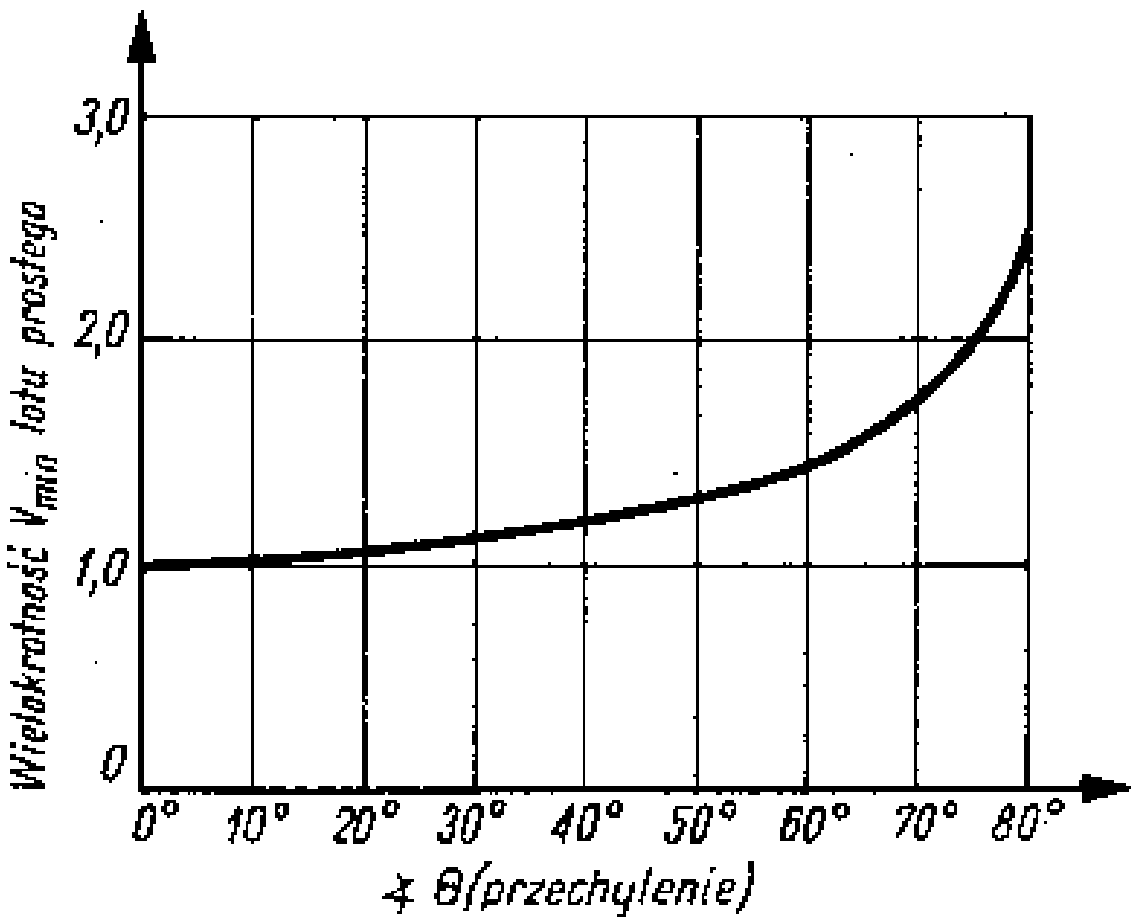
Zachowanie optymalnego kąta natarcia w zakręcie wymaga zwiększenia prędkości ze wzrostem przechylenia (rys. 12). Większa prędkość w zakręcie niż w locie prostym wiąże się z koniecznością wytworzenia większej siły nośnej.

Przechyleniem w zakręcie nazywamy kąt zawarty między poprzeczną osią szybowca a poziomem (rys. 13).

Prędkością kątową nazywamy stosunek drogi kątowej do czasu (rys. 14).

Między przechyleniem i prędkością kątową w zakręcie zachodzi ścisła zależność. Zakłócenie proporcji między przechyleniem i prędkością kątową powoduje ślizgi wzdłuż

skrzydła: ześlizg, gdy prędkość kątowa jest za mała w stosunku do przechylenia, i wyślizg, gdy prędkość kątowa jest zbyt duża w stosunku do przechylenia.

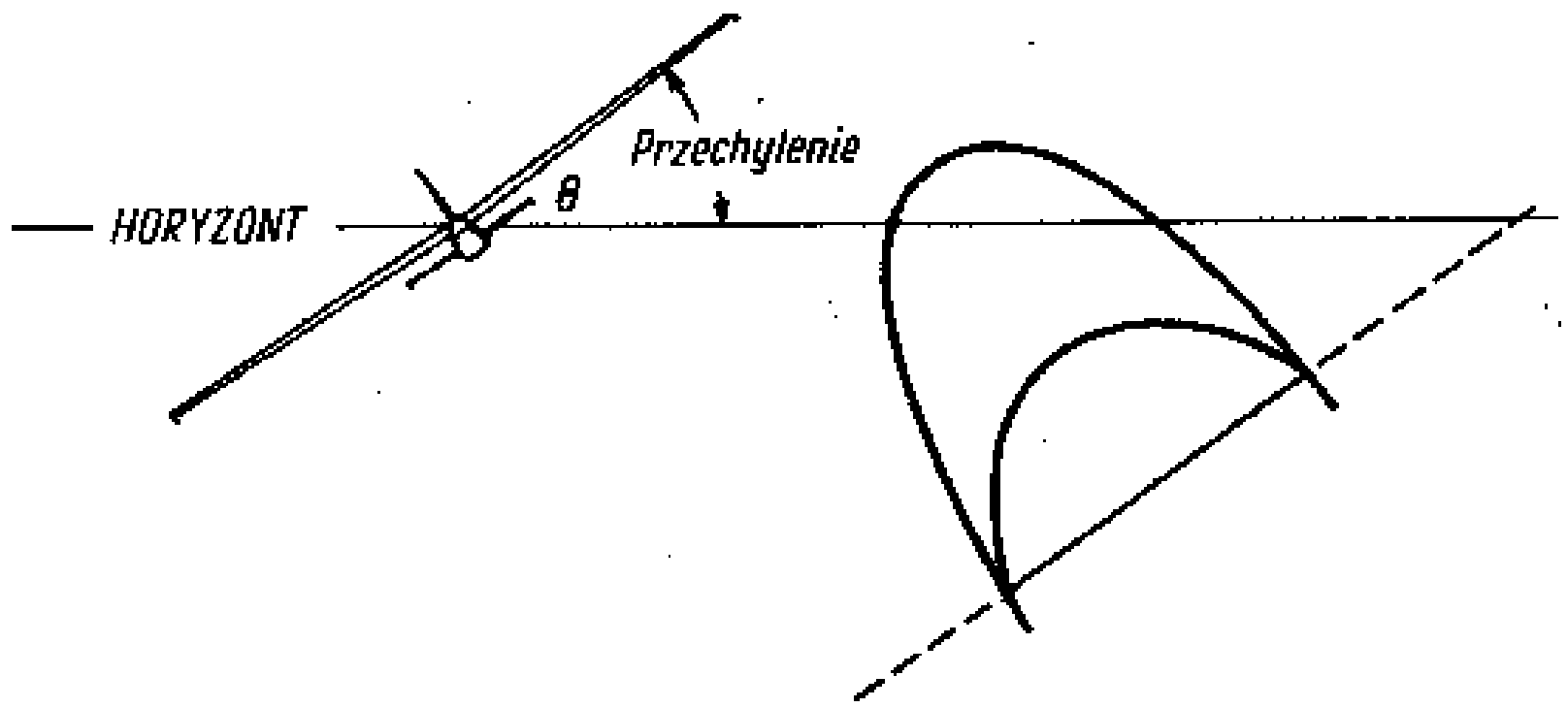


Rys. 12. Zależność prędkości lotu od przechylenia w zakręcie

Fazy zakrętu. Zakręt można podzielić na następujące fazy:

- wprowadzenie — charakteryzujące się proporcjonalnie rosnącymi od zera prędkością kątową i przechyleniem (rys. 15),
- zakręt ustalony — charakteryzujący się stałym przechyleniem i stałą prędkością kątową (rys. 16),
- wyprowadzenie z zakrętu — charakteryzujące się malejącymi do zera prędkością kątową i przechyleniem (rys. 17).

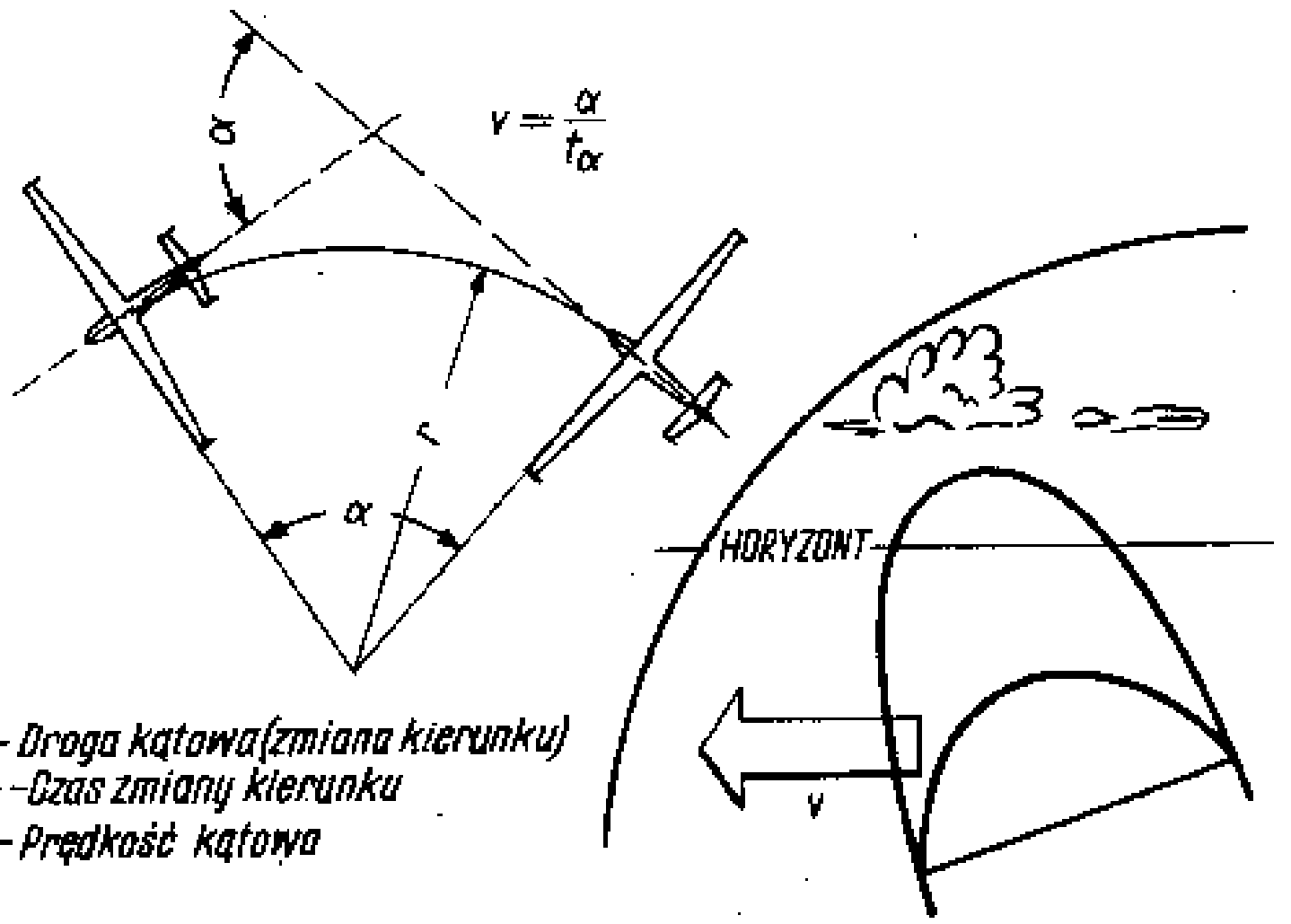
Zwiększenie lub zmniejszenie przechylenia zakrętu są odmianami faz wprowadzenia i wyprowadzenia.



Rys. 13. Przechylenie i ocena przechylenia

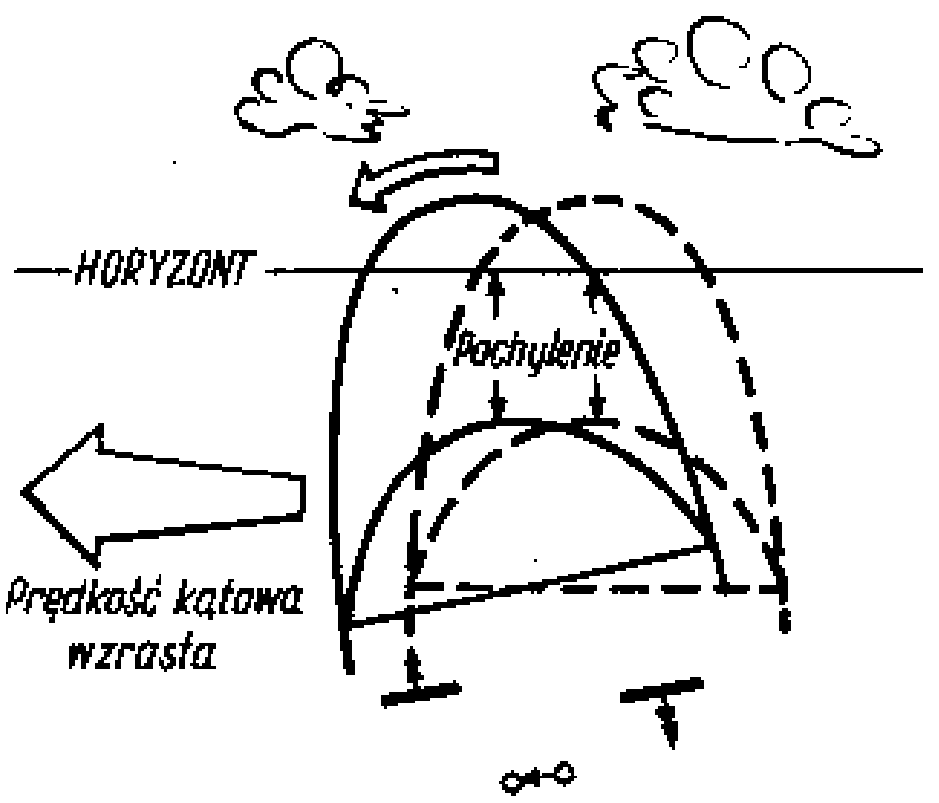
Prędkość postępowa w poszczególnych fazach zakrętu powinna być stała.

Sterowanie w zakręcie. Moment kierunkowy lotek w znacznie większym stopniu komplikuje sterowanie w zakręcie niż w locie prostym.



Rys. 14. Prędkość kątowa zakrętu

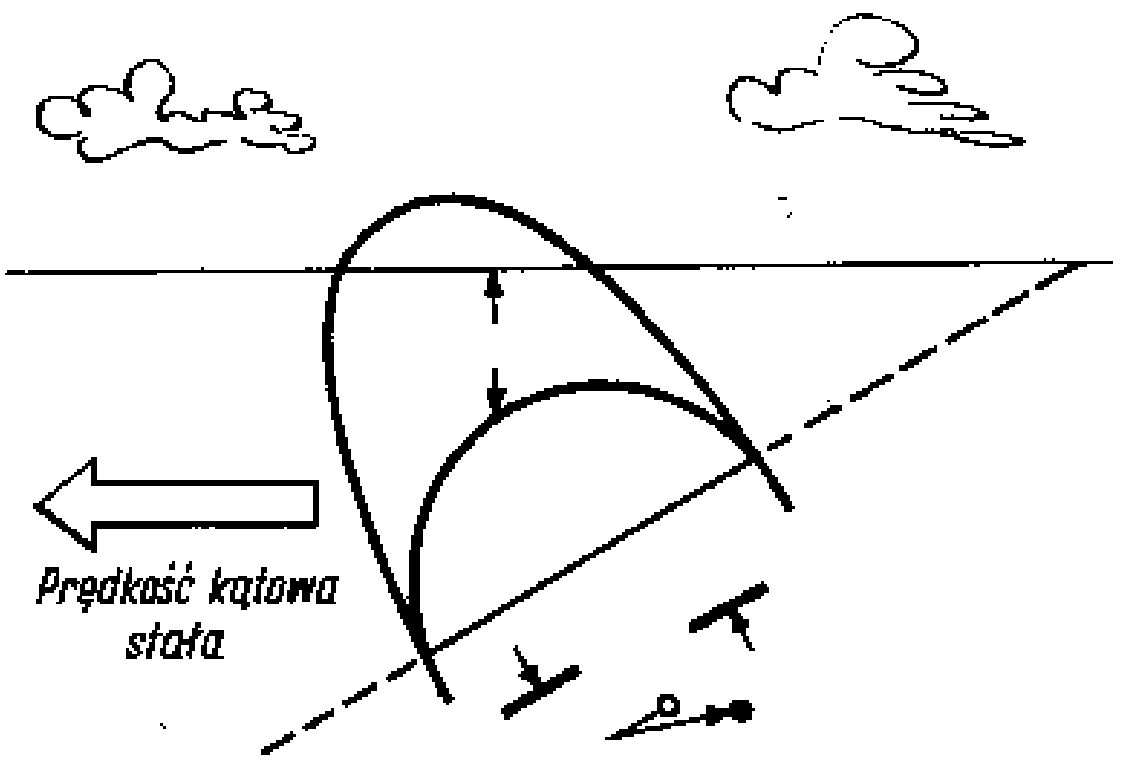
W fazie wprowadzenia, gdy lotka jest wychylona w stronę zakrętu, moment kierunkowy utrudnia przyrost prędkości kątowej, co wymaga dużego wychylenia steru kierunku dla uniknięcia ześlizgu. W fazie zakrętu ustalonego konieczne jest wychylenie lotki w stronę przeciwną do zakrętu dla zrównoważenia skłonności do wzrostu prze-



Rys. 15. Wprowadzenie w zakręt

chylenia, wywołanej różnicą prędkości postępowej obu skrzydeł. Moment kierunkowy lotek pomaga wówczas w zakręcaniu, wobec czego ster kierunku musi być znacznie mniej wychylony niż w fazie wprowadzenia.

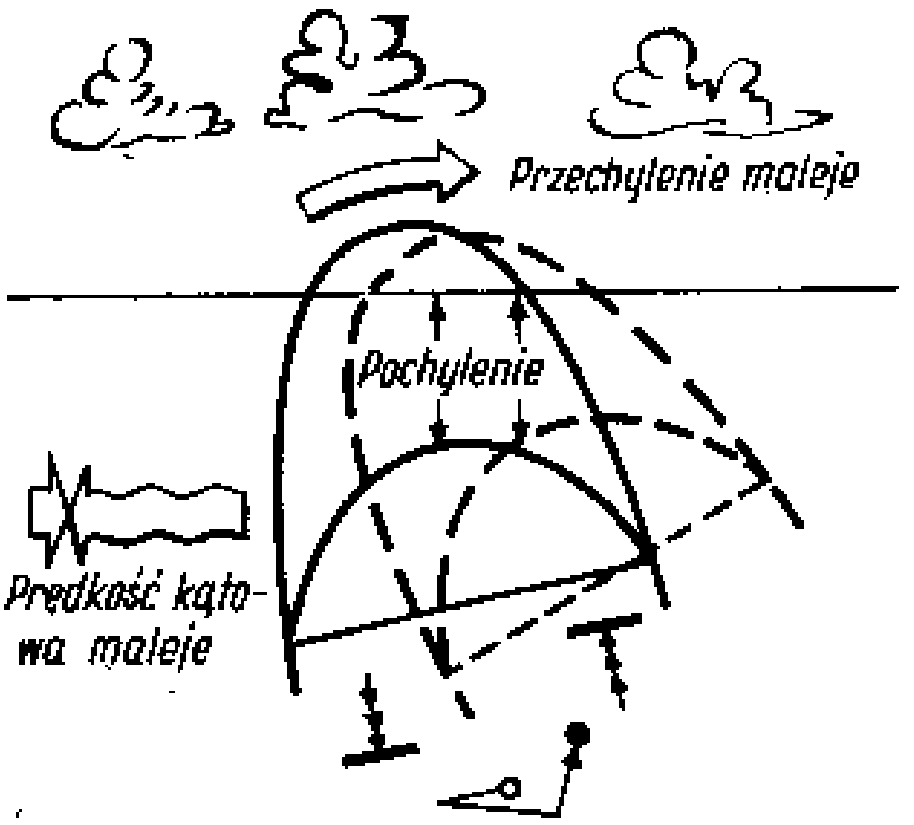
W fazie wyprowadzenia zwiększenie wychylenia lotek w przeciwną stronę do zakrętu zwiększa moment kierun-



Rys. 16. Zakręt ustalony

kowy lotek, który przeciwdziała zmniejszaniu się prędkości kątowej. Moment ten musi być zrównoważony znacznym wychyleniem steru kierunku w stronę przeciwną do zakrętu.

Wskutek przechylenia w zakręcie, niezbędne wychylenie steru kierunku w stronę zakrętu staje się przyczyną wzrostu pochylenia szybowca, tym bardziej, im większe jest przechylenie. Zjawisko to już daje się zauważyć po przekroczeniu 20° przechylenia i wymaga przeciwdziałania



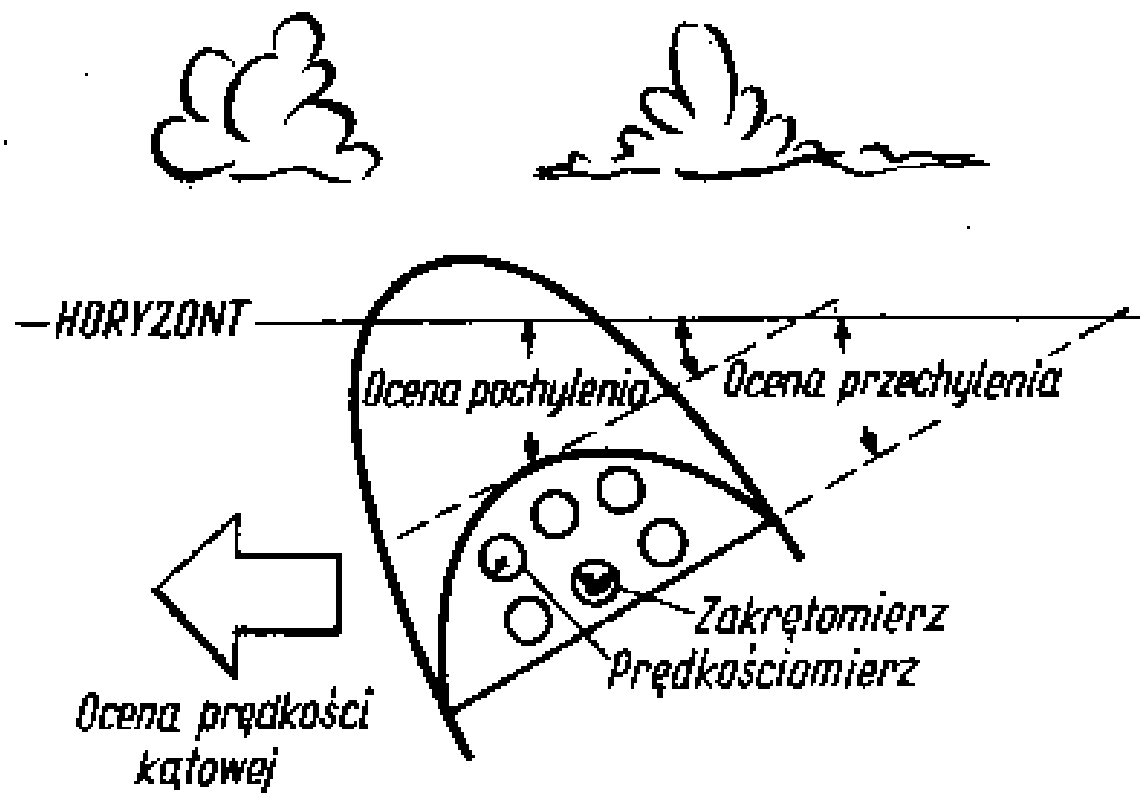
Rys. 17. Wyprowadzenie z zakrętu

przez ściąganie drążka, tym silniejsze, im większe jest przechylenie. Czynność ta nosi nazwę p o d t r z y m y w a n i a. Przy zmniejszaniu przechylenia, w celu uniknięcia zadzierania maski, konieczne jest stopniowe oddawanie drążka (p r z y t r z y m y w a n i e).

Podział uwagi w zakręcie. W zakręcie należy dzielić uwagę pomiędzy:

— obserwację ruchów maski w stosunku do horyzontu, co pozwala ocenić pochylenie, przechylenie, prędkość kątową i jej zmiany (ruch maski wzdłuż linii horyzontu, rys. 18),

— kontrolę wskazań przyrządów pokładowych: prędkościomierza — dla oceny prędkości postępowej, chyłomierza poprzecznego — dla oceny właściwej proporcji przechylenia i prędkości kątowej,



Rys. 18. Ocena sterowania w zakręcie

— orientację terenową, dla wyprowadzenia szybowca z zakrętu na właściwy kierunek.

Taki podział uwagi osiąga się kierując wzrok ponad maskę na horyzont. Pozwala to na dokładne zaobserwowanie ruchów maski w stosunku do horyzontu i stwarza dobre warunki przerzucenia wzroku na znajdującą się w polu widzenia tablicę przyrządów. Nie należy kierować wzroku wzdłuż przechylonego skrzydła, gdyż powoduje to złudzenie nadmiernego przechylenia i utrudnia zaobserwowanie innych elementów.

Technika wykonania zakrętu. Przed zakrętem pilot powinien:

— ustalić właściwą dla zakrętu prędkość postępową,

— sprawdzić przestrzeń powietrzną wokół szybowca, spoglądając najpierw w stronę przeciwną do zakrętu (obej-

mując wzrokiem ruchem kolistym jak największe pole widzenia), następnie w sposób analogiczny sprawdzić przestrzeń po stronie wewnętrznej zakrętu,

– obrać kierunek wyprowadzenia (w zakręcie o 360° kierunkiem wyprowadzenia jest kierunek lotu prostego przed zakrętem, w zakręcie o 90° kierunek wyprowadzenia wskazuje koniec wewnętrznego skrzydła na horyzoncie, w zakręcie o 180° pilot powinien kierunek wprowadzania obrać na podstawie znajomości rozmieszczenia obiektów terenowych).

Wprowadzenie do zakrętu rozpoczyna się przez jednoczesne wychylenie lotki i steru kierunku. W celu uniknięcia ześlizgu należy ster kierunku wychylić ruchem szybszym i obszerniejszym, tak aby osiągnąć równomierny wzrost przechylenia i prędkości kątowej (rys. 15).

Zakręt ustalony rozpoczyna się z chwilą osiągnięcia żądanego przechylenia. W celu ustalenia zakrętu należy powstrzymać dalsze przechylanie się szybowca przeciwną lotką i jednocześnie wstrzymać dalszy wzrost prędkości kątowej zmniejszeniem wychylenia steru kierunku. Ściągnięciem drążka na siebie należy przeciwdziałać wzrostowi prędkości postępowej (rys. 16).

Prędkość postępową należy utrzymywać w zakręcie ustalonym pracując sterem wysokości, podobnie jak w locie prostym. Stałe przechylenie utrzymuje się lotkami, eliminując tendencje do jego zmian. Zachowanie stałej prędkości kątowej osiąga się przez hamowanie przyspieszeń ruchu maski po horyzoncie wychyleniem steru kierunku w stronę przeciwną do zakrętu i niedopuszczanie do zwalniania ruchu maski wzdłuż horyzontu – przez wychylenie steru kierunku w stronę zakrętu, gdy taka tendencja się pojawi. Jest rzeczą oczywistą, że sam tylko ruch lotką czy sterem kierunku oprócz zamierzonego celu spowoduje również działanie uboczne steru, na które trzeba będzie zareagować innym sterem.

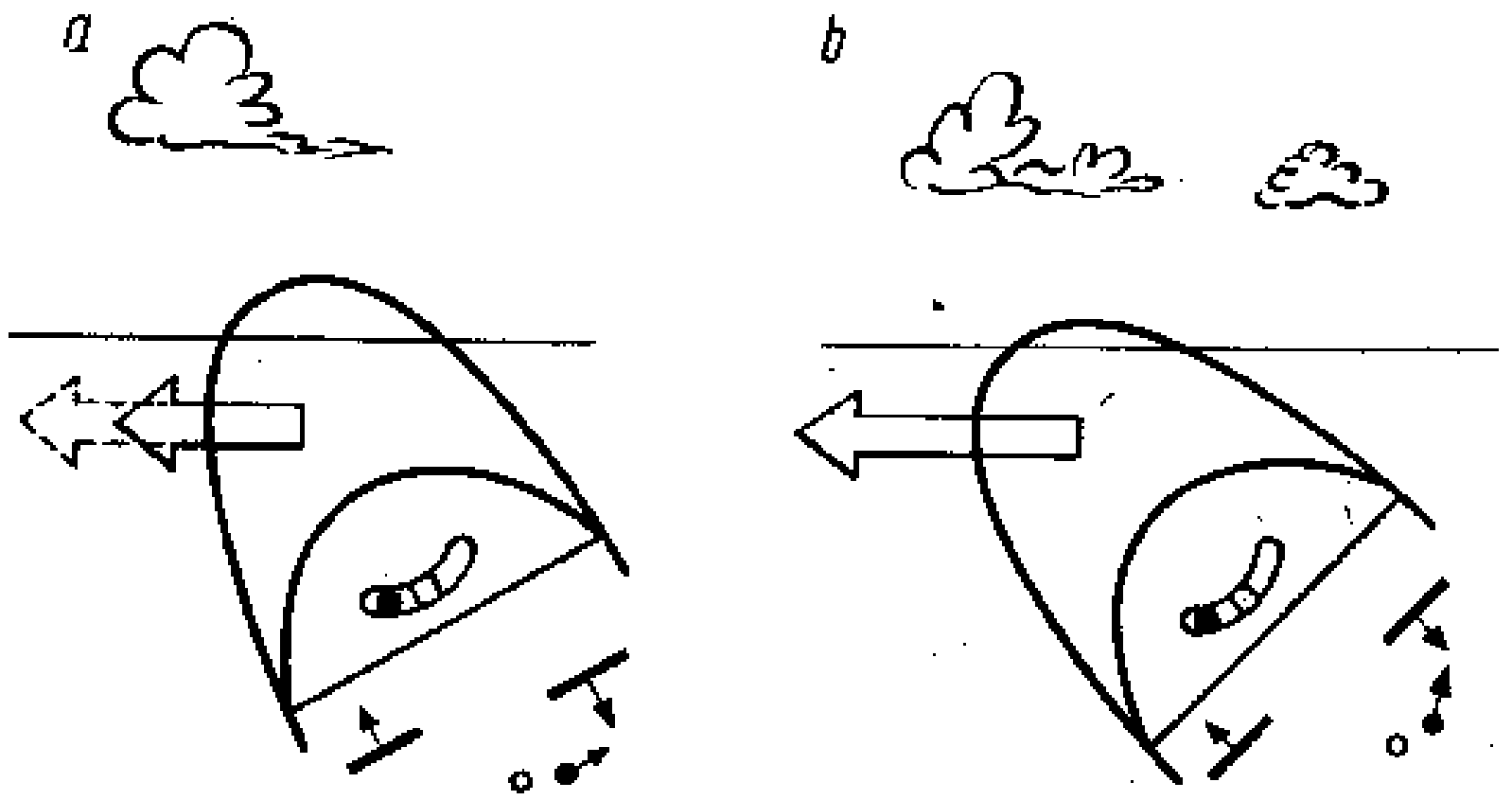
W miarę postępów w nauce wykonywania zakrętów, pilot nauczy się uprzedzać uboczne działanie sterów, tzn. stosować skoordynowane ruchy. Zakłócenie koordynacji ruchów powoduje dysproporcję między prędkością kątową a przechyleniem, a więc w konsekwencji ześlizgi i wyślizgi.

Ześlizg może być wynikiem zbyt małej prędkości kątowej przy prawidłowym przechyleniu (rys. 19a) lub zbyt dużego przechylenia przy właściwej prędkości kątowej. W pierwszym przypadku ześlizg eliminujemy przez

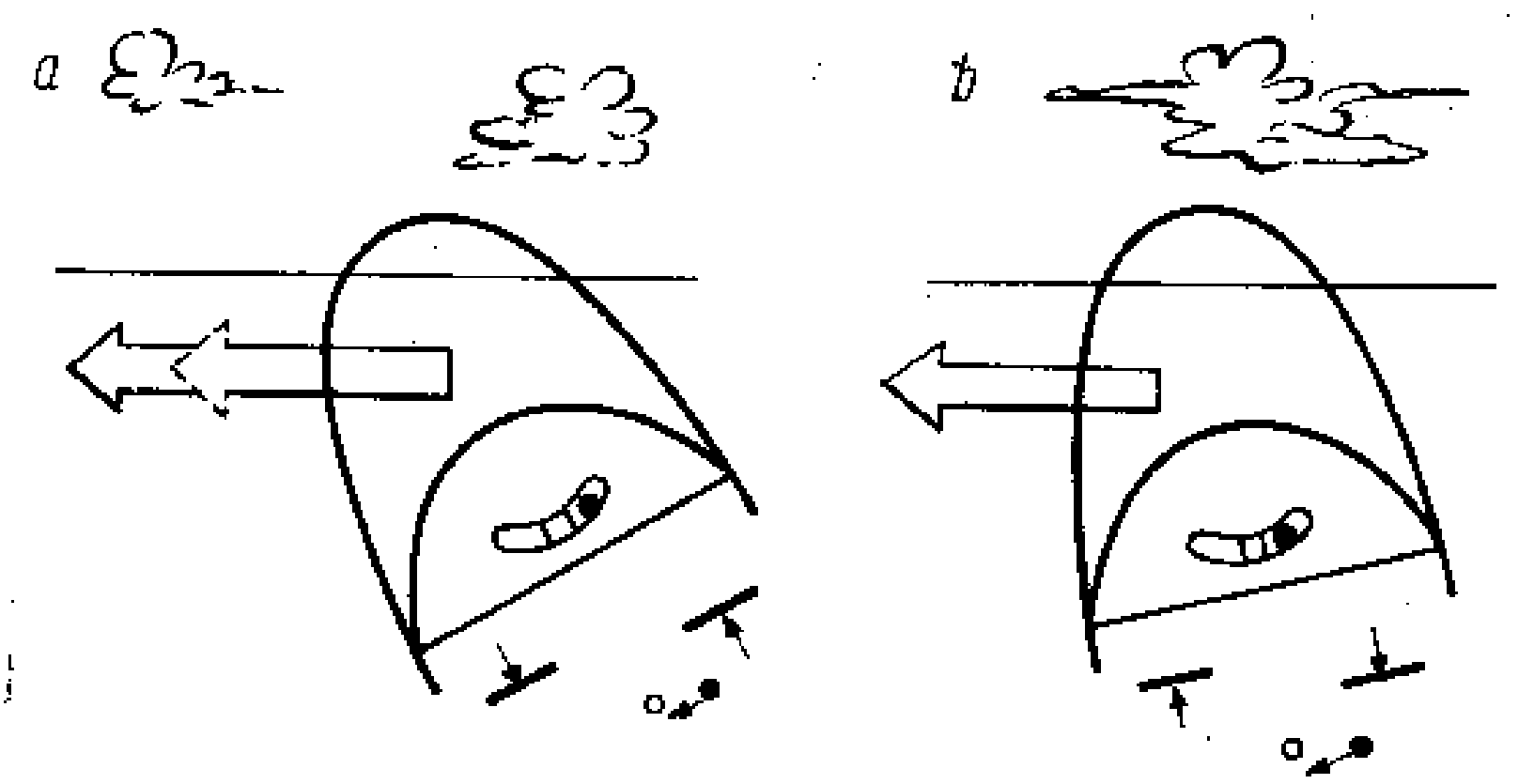
zwiększenie wychylenia steru kierunku (rys. 18a), w drugim zaś przez zmniejszenie przechylenia (rys. 19b).

Gdy ześlizg jest wynikiem za małej prędkości postępowej, zwiększenie wychylenia steru kierunku może doprowadzić do korkociągu.

Wyślizg może być wynikiem za dużej prędkości kątowej przy właściwym przechyleniu lub — za małego przechylenia przy prawidłowej prędkości kątowej. W pierwszym przypadku należy zmniejszyć wychylenie steru kierunku, w drugim — pogłębić zakręt (rys. 20). Ześlizg lub wyślizg wskazywany jest przez kulkę chyłomierza poprzecznego, która odchyla się od położenia środkowego w stronę ślizgu, w stopniu zależnym od wielkości ślizgu. Ześlizg pociąga za sobą wzrost prędkości lotu, a więc jest



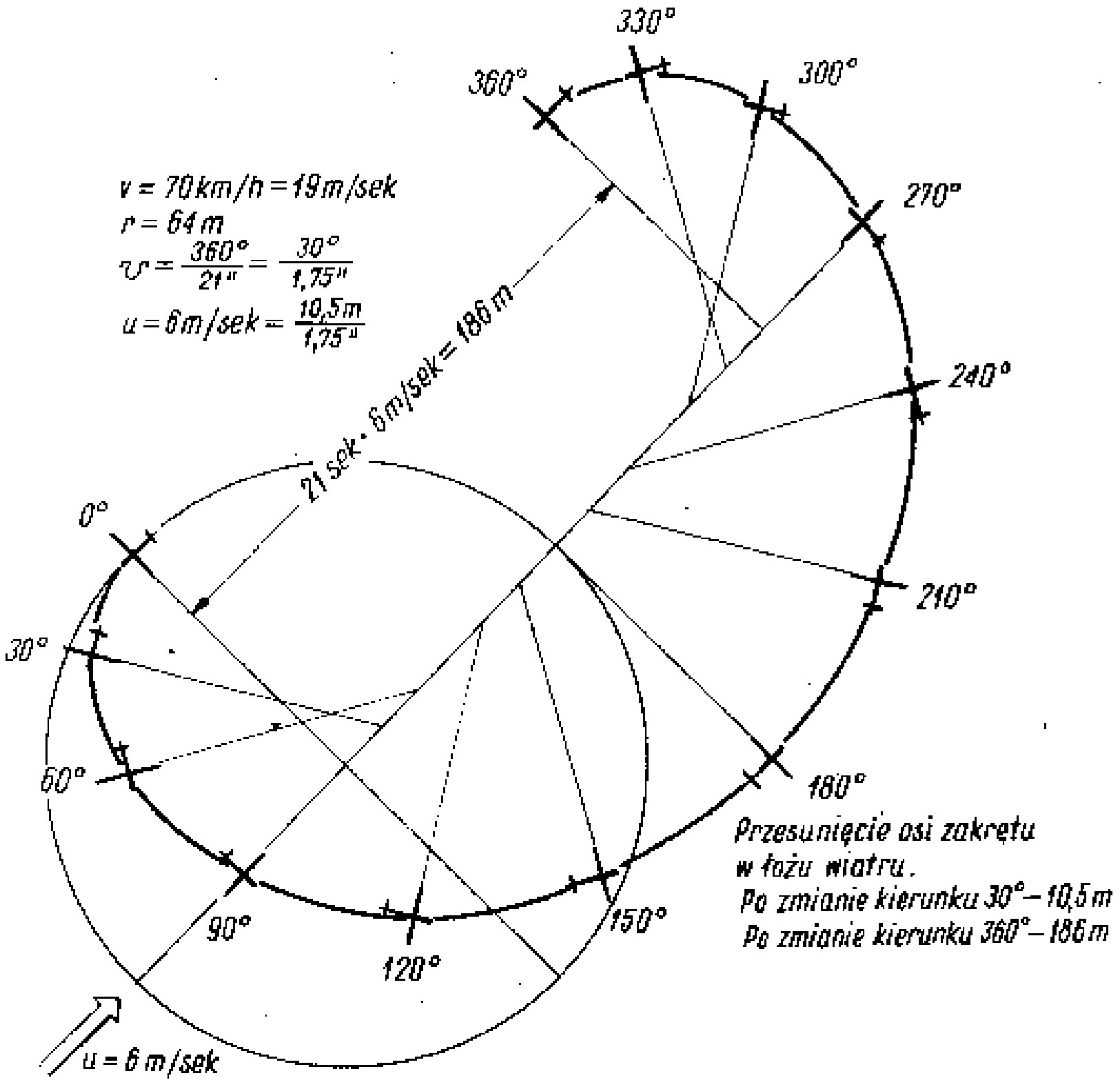
Rys. 19. Ześlizg w zakręcie



Rys. 20. Wyślizg w zakręcie

mniej niebezpieczną nieprawidłowością zakrętu niż wyślizg, przy którym prędkość maleje, kąty natarcia rosną, a dość szybki obrót szybowca wokół osi pionowej grozi wpadnięciem w korkociąg.

Wyprowadzenie z zakrętu zaczyna się z wyprzedzeniem kierunku o pewien kąt. Początkowo, przy nauce zakrętów — o kąt równy wartości przechylenia, a następnie, w miarę postępów w nauce, kąt wyprowadzenia można zmniejszyć do połowy wartości kątowej przechylenia w zakręcie ustalonym. Podczas wyprowadzenia zmniejsza się prędkość kątową wychyleniem steru kierunku w stronę przeciwną do zakrętu, a następnie zmniejsza się przechylenie — wychyleniem lotek. Ruch



Rys. 21. Wpływ wiatru na zakręt szybowca

steru kierunku jest szybszy od ruchu lotek. Ruchem steru wysokości od siebie eliminuje się skłonność do zmniejszania pochylenia. Wielkość wychyleń sterów należy tak dobrać, aby szybowiec wyszedł do lotu prostego bez prze-

chyleń i w obranym kierunku. Spóźnienie się z ruche lub zbyt małe wychylenie steru kierunku powoduje wy ślizg i utrudnia wyprowadzenie szybowca na kierunek.

Wpływ wiatru na zakręt. Wiatr odkształca tor lotu szybowca względem ziemi. Tor zakrętu o 360°, stanowiąc w warunkach bezwietrznych tor kołowy, przy wietrz staje się otwartą elipsą (rys. 21). W praktyce lotniczej mówimy, że wiatr „rozciąga zakręt" — gdy szybowiec obraca się ogonem do wiatru, i „zacieśnia zakręt" — gdy szybowiec obraca się przodem pod wiatr. Znajomość tego zjawiska jest niezbędna przy wykonywaniu wszelkich manewrów do lądowania.

Wskutek bezwładności szybowca w momencie obracania się przodem pod wiatr wzrasta prędkość powietrzna oraz unoszenie maski. Odwrotnie, obracanie się szybowca ogonem do wiatru połączone jest ze spadkiem prędkości powietrznej i wzrostem pochylenia szybowca. Zjawiska te występują tym silniej, im bardziej porywisty jest wiatr, a więc szczególnie wyraziście na małej wysokości. Kryje to w sobie niebezpieczeństwo przekroczenia krytycznego kąta natarcia przez szybowiec, który w zakręcie obrócił się ogonem do wiatru i pilot starał się przeciwdziałać wzrostowi pochylenia przez ściąganie drążka. Poważnym błędem jest również ściąganie drążka w celu wytracenia nadmiaru prędkości przy obracaniu się pod wiatr. Dlatego, wykonując zakręty w powietrzu burzliwym, należy utrzymywać nieco zwiększone (większa prędkość) i stałe wychylenie szybowca.

Porywisty wiatr wpływa również na przechylenie i prędkość kątową szybowca, zmieniając je niezależnie od woli pilota, czemu musi on przeciwdziałać lotkami i sterem kierunku.

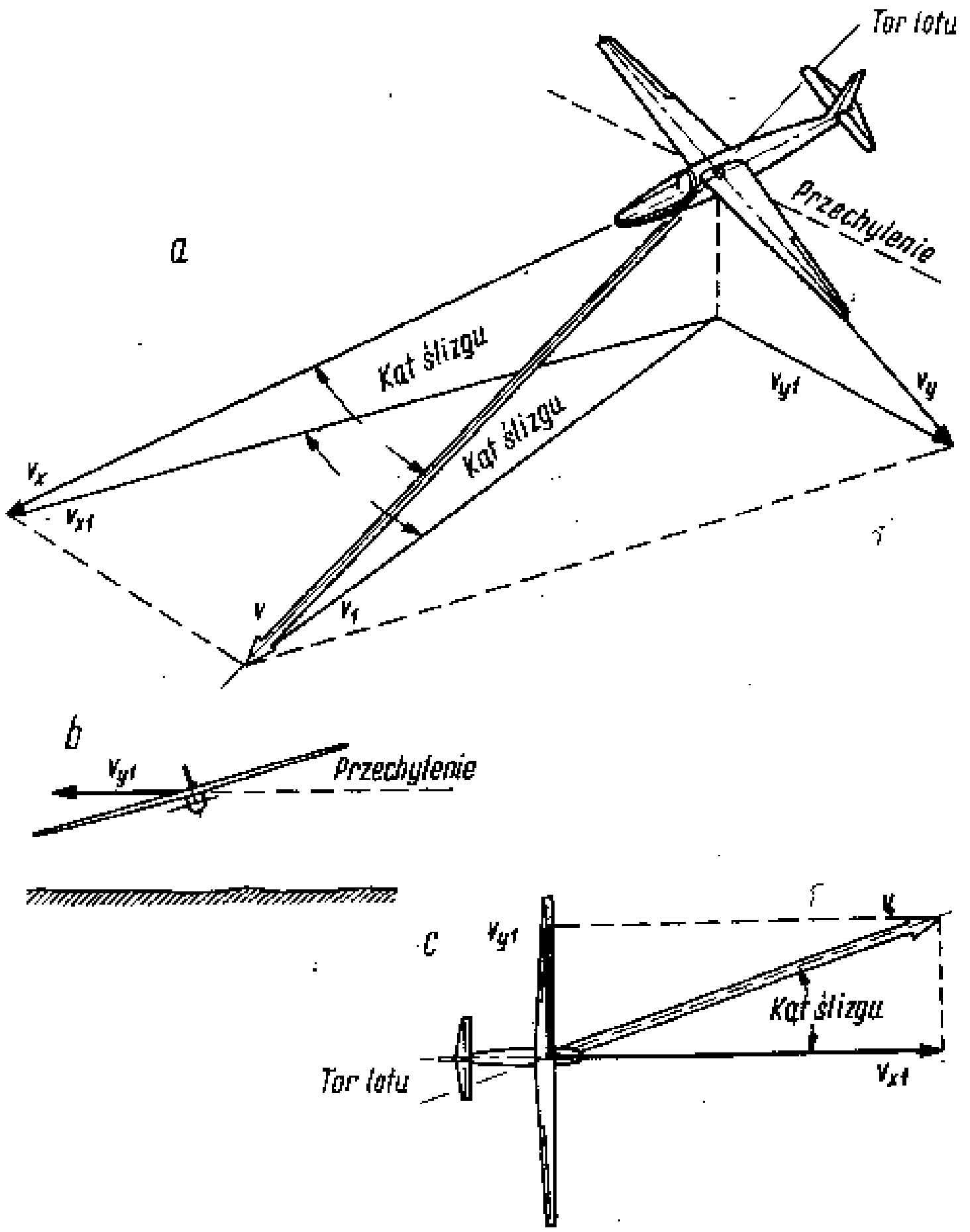
4. Ześlizgi w locie prostym

Ześlizgi są manewrem stosowanym często w technice pilotażu. Służą głównie do wytracania nadmiaru wysokości podczas podchodzenia do lądowania (ześlizgi kierunkowe) oraz do zmian odległości linii lądowania od linii znaków i eliminowania trawersu spowodowanego bocznym wiatrem przy starcie i lądowaniu (ześlizgi nakierunkowe). Opanowanie umiejętności operowania ześlizgami ułatwia sterowanie szybowcem w locie holowanym za samolotem.

Ześlizgi charakteryzują dwie wielkości:
— przechylenie,

– kąt ślizgu (kąt zawarty między torem lotu szybowca i osią podłużną, rys. 22).

Kąt ślizgu zależy od przechylenia: im większe przechylenie, tym większy musi być kąt ślizgu. Każdy typ szy-

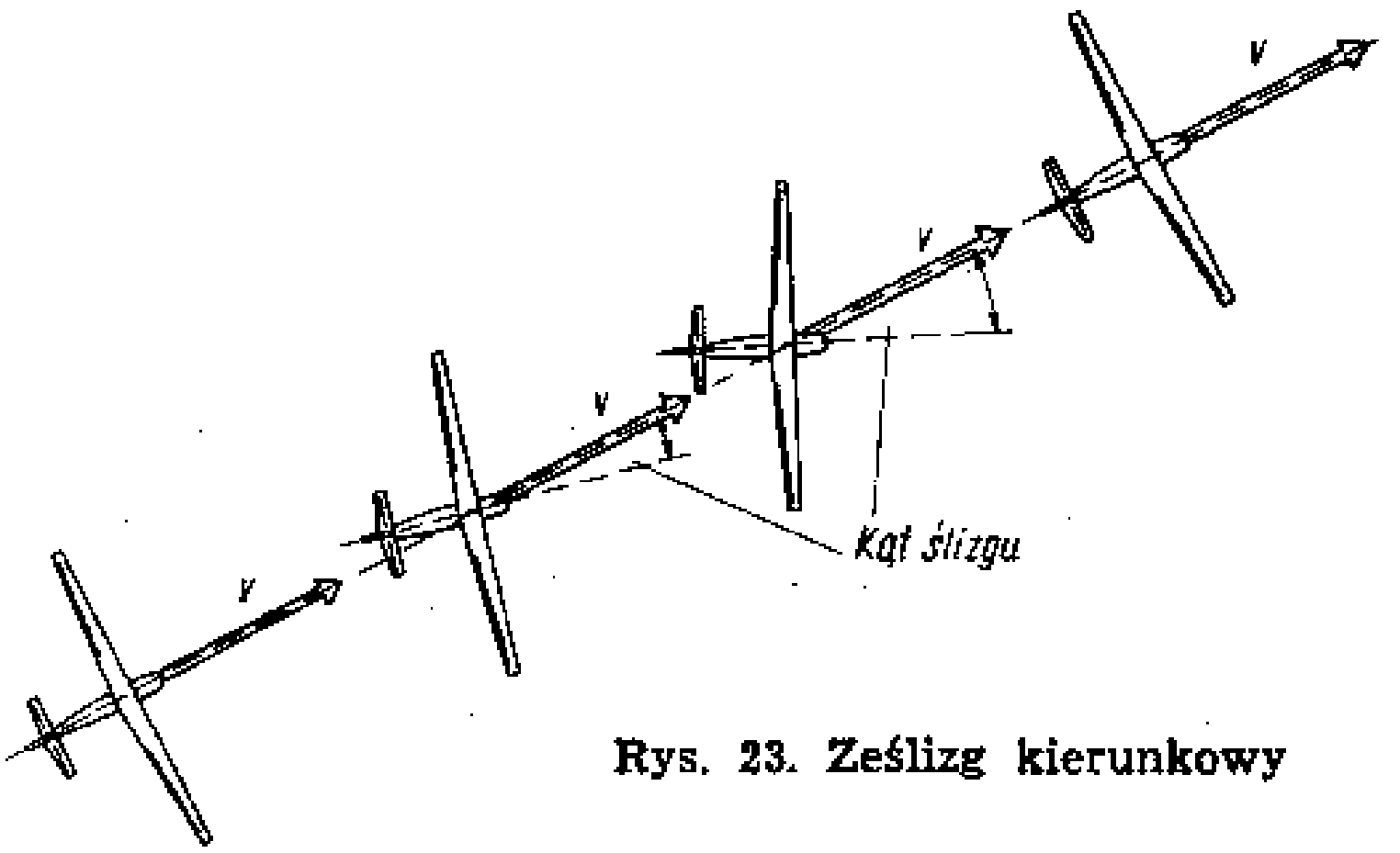


Rys. 22. Kąt ślizgu i przechylenie

bowca charakteryzuje się w ześlizgu pewnym granicznym przechyleniem (ok. 20°). Przekroczenie granicznego przechylenia uniemożliwia utrzymanie stałego kierunku lotu, ponieważ wzrost kąta ślizgu zmniejsza skuteczność steru kierunku, opływanego pod dużym kątem.

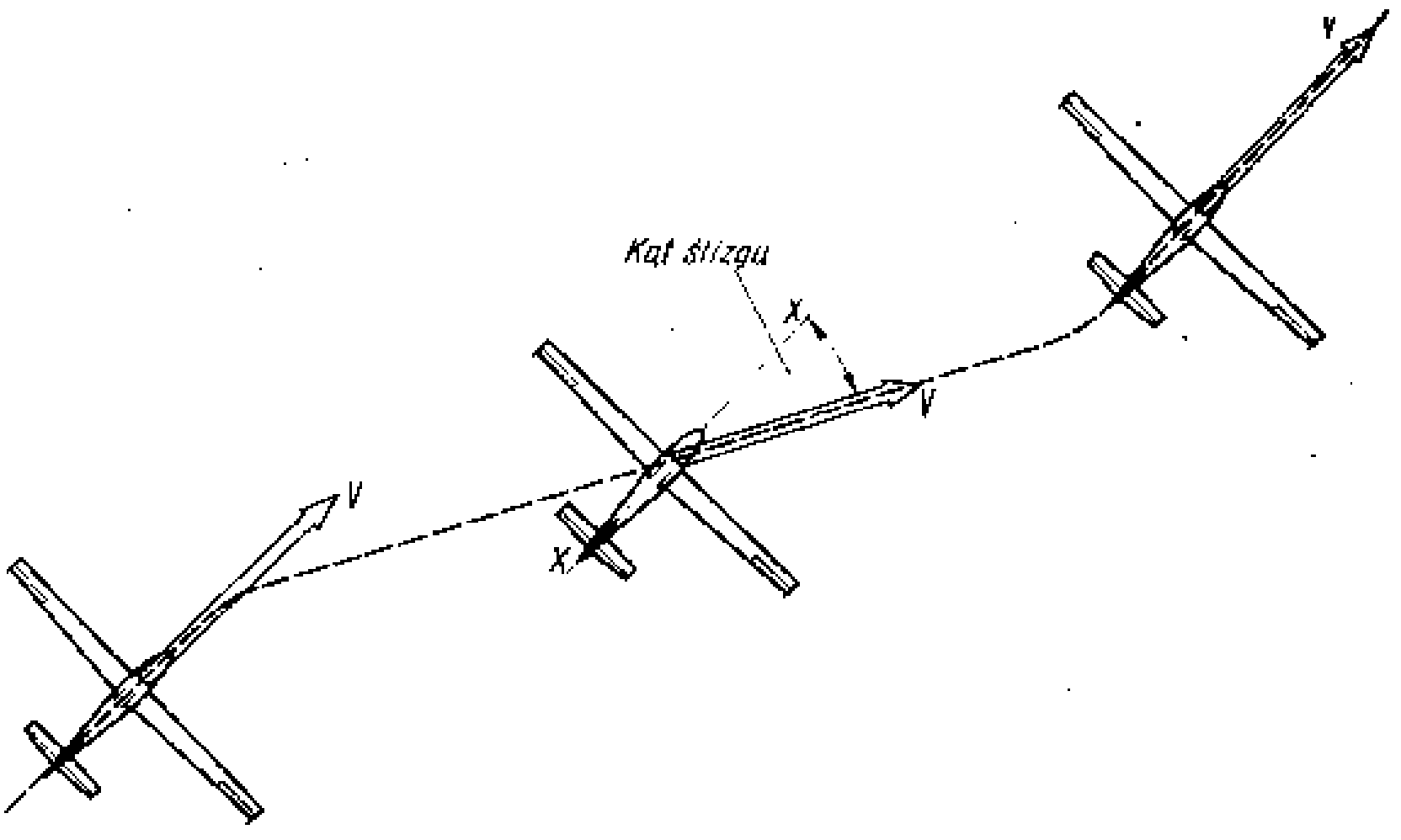
Ześlizg kierunkowy. Do ześlizgu kierunkowego szybowiec wprowadza się przez przechylenie lotką i następujące w ślad za tym odchylenie maski szybowca od linii lotu w stronę przeciwną o kąt ślizgu. Podczas ześlizgu ustalonego należy utrzymywać w nim szybowiec wychy-

łeniem lotki w stronę przechylenia i steru kierunku w stronę odchylonej maski (przeciwnie do lotki). Wzrok należy kierować w kierunku lotu między maską i przechylone



Rys. 23. Ześlizg kierunkowy

skrzydło. Ześlizg należy wykonywać przy optymalnej prędkości. Szybowce wyposażone w dajniki prędkościomierza umieszczone na dziobie charakteryzują się dużymi błędami wskazań prędkościomierza, który może podczas ześlizgu pokazywać prędkość zerową, a nawet ujemną. Położenie maski w ślizgu w stosunku do horyzontu jest nieco wyższe niż w normalnym locie. Z ześlizgu kierunkowego szybowiec wyprowadza się przez zlikwidowanie przechylenia lotką i następnie doprowadzenie maski do kie-



Rys. 24. Ześlizg nakierunkowy

runku lotu przez wycofanie steru kierunku. Podczas wyprowadzania należy sterem wysokości doprowadzić szybowiec do normalnego pochylenia.

Ześlizg nakierunkowy (rys. 24). Ześlizg, podczas którego oś podłużna szybowca jest równoległa do kierunku lotu przed wprowadzeniem nazywa się ześlizgiem nakierunkowym. Stosuje się go jako manewr przeciw bocznemu wiatrowi bez trawersowania (kąt ślizgu równoważy kąt znoszenia) lub do poprawienia oddalenia od linii znaków podczas podejścia do lądowania.

Wprowadzenie następuje zgodnym, skoordynowanym ruchem lotki i steru kierunku. Ze wzrostem przechylenia należy zmienić wychylenie steru kierunku na przeciwne, nie dopuszczając do zakręcania szybowca. Podczas ześlizgu ustalonego należy utrzymywać stałe przechylenie i równoległość osi podłużnej szybowca do toru lotu przed wprowadzeniem oraz nie dopuścić do wzrostu prędkości ponad optymalną.

W celu wyprowadzenia z ześlizgu nakierunkowego należy szybowiec „podnieść" lotką z przechylenia i przechylić go na moment w stronę przeciwną dla zrównoważenia trawersowania, po czym należy wyprowadzić szybowiec z przechylenia i wycofać ster kierunku do neutrum.

Rozdział III

WZLOT ZA WYCIĄGARKĄ

1. Profil wzlotu

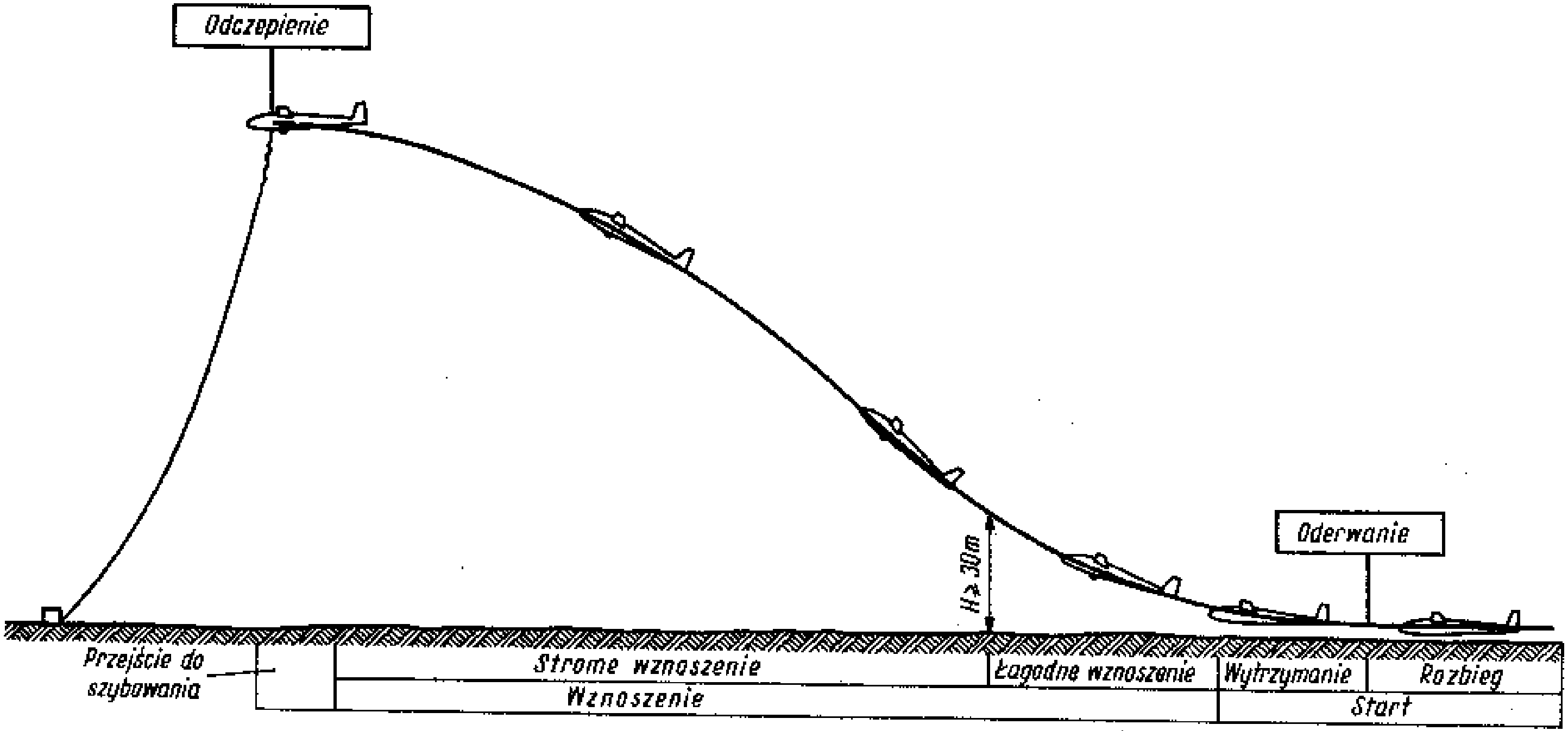
Wzlot szybowca za wyciągarką można podzielić na kilka etapów: start, wznoszenie i przejście do szybowania.

Na start szybowca składają się dwie zasadnicze fazy: rozbieg, tj. ruch poziomy szybowca po ziemi, zakończony oderwaniem się, oraz wytrzymanie, tj. krótki odcinek bardzo łagodnego lotu wznoszącego w bezpośredniej bliskości ziemi, podczas którego szybowiec nabiera potrzebnej prędkości do wznoszenia.

Fazę wznoszenia można podzielić na łagodne wznoszenie, podczas którego kąt uniesienia szybowca (kąt zawarty między osią podłużną szybowca a poziomem, rys. 26) stopniowo rośnie, nie przekraczając jednak wartości 20°, i strome wznoszenie od wysokości 30 do 50 m, podczas którego kąt uniesienia szybowca rośnie maksymalnie, a następnie maleje w miarę zbliżania się szybowca do wyciągarki. Strome wznoszenie kończy się przejściem szybowca do lotu ślizgowego i odczepieniem.

Zachowanie bardzo małego kąta wznoszenia podczas wytrzymania i niewielkie uniesienie szybowca podczas łagodnego wznoszenia podyktowane są względami bezpieczeństwa. Umożliwia ono doprowadzenie szybowca do położenia lotu ślizgowego z niedużą stratą wysokości – w razie przerwanego ciągu.

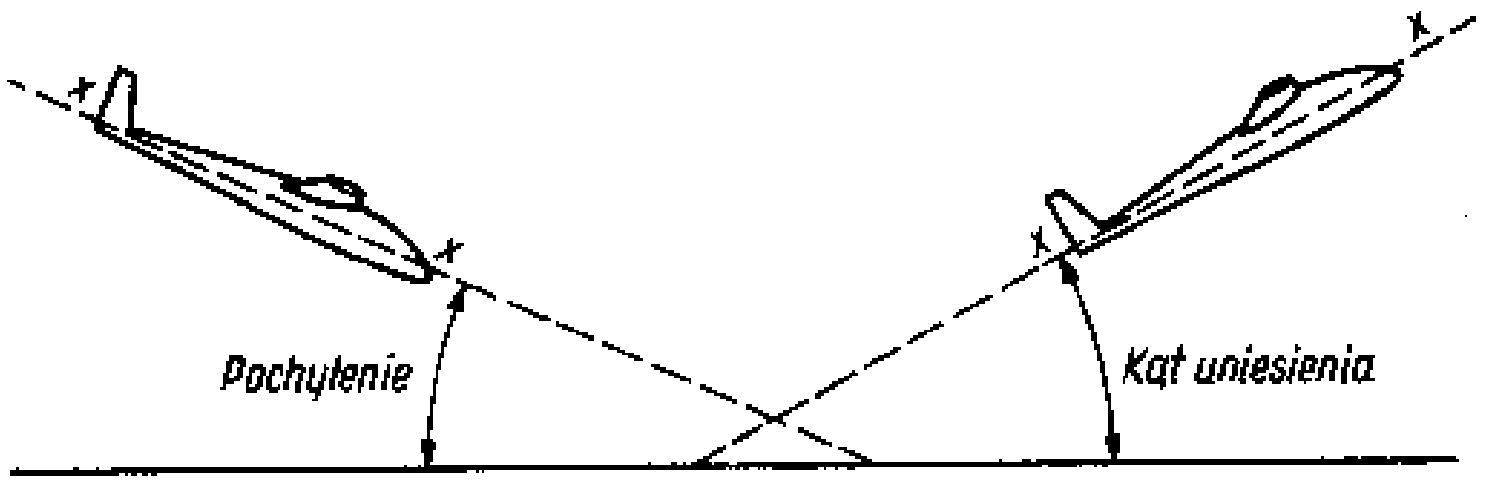
Uzyskiwana wysokość przy starcie zależy od długości liny wyciągarkowej i kąta wznoszenia. Kąt wznoszenia zależy od kąta uniesienia, siły wiatru i prędkości ciągu. Przy silnym wietrze stosunkowo duże wysokości, a co za tym idzie – duże kąty wznoszenia osiąga się przy niewielkim kącie uniesienia, natomiast przy słabym wietrze kąt wznoszenia jest mniejszy, mimo że szybowiec jest uniesiony pod większym kątem. Nadmierne zwiększanie kąta



Rys. 25. Profil wzlotu za wyciągarką

uniesienia, zwłaszcza przy silnym wietrze, prowadzi do spadku prędkości i zakłóceń pracy silnika wyciągarki.

Obecnie wzloty za wyciągarką wykonuje się niemal wyłącznie przy użyciu dolnego zaczepu. Wiąże się to z silnym momentem zadzierającym, który pojawia się podczas przejścia do wznoszenia i zanika w miarę zbliżania się



Rys. 26. Kąt uniesienia szybowca

szybowca do wyciągarki, po czym zmienia się na moment nurkujący. Moment zadzierający musi być równoważony wychyleniem steru wysokości. Oddawanie drążka już podczas rozbiegu lub bezpośrednio po oderwaniu („na zapas") doprowadza do nadmiernego rozpędzenia się szybowca i może być przyczyną gwałtownego przejścia do stromego wznoszenia.

2. Technika wzlotu

Przed startem, po ustawieniu szybowca w kierunku wyciągarki, należy obrać dwa odległe obiekty terenowe z obu stron maski, jako punkty kierunkowe.

Podczas r o z b i e g u należy skierować wzrok na przedpole, utrzymując energicznymi, malejącymi w miarę wzrostu prędkości, ruchami lotek i steru kierunku równowagę poprzeczną i kierunek na wyciągarkę. Ster wysokości powinien być niewychylony.

Podczas w y t r z y m a n i a kierujemy wzrok na płaszczyznę ziemi, pozwalając szybowcowi wznosić się pod bardzo łagodnym kątem. Sterem wysokości eliminuje się ewentualne tendencje do zadzierania maski lub „duszenia" szybowca.

Ł a g o d n e w z n o s z e n i e. Po osiągnięciu podczas wytrzymania wysokości ok. 3 m szybowiec zaczyna samoczynnie zwiększać kąt uniesienia. Przez odpowiednie oddanie drążka należy złagodzić tę tendencję, nie dopuszcza-

jąc, aby kąt uniesienia wzrósł powyżej 20°. W fazie łagodnego wznoszenia należy przenieść wzrok na linię horyzontu i kąt uniesienia oceniać na podstawie zadarcia maski nad horyzont. Kierunek ocenia się według położenia maski w stosunku do obranych obiektów terenowych. Szybowiec schodzi z kierunku w stronę obiektu, do którego zbliża się maska. Po osiągnięciu wysokości nie mniejszej niż 30 m, należy sprawdzić prędkość i jeżeli przekracza ona minimalną prędkość wznoszenia dla danego typu szybowca, przejść do wznoszenia.

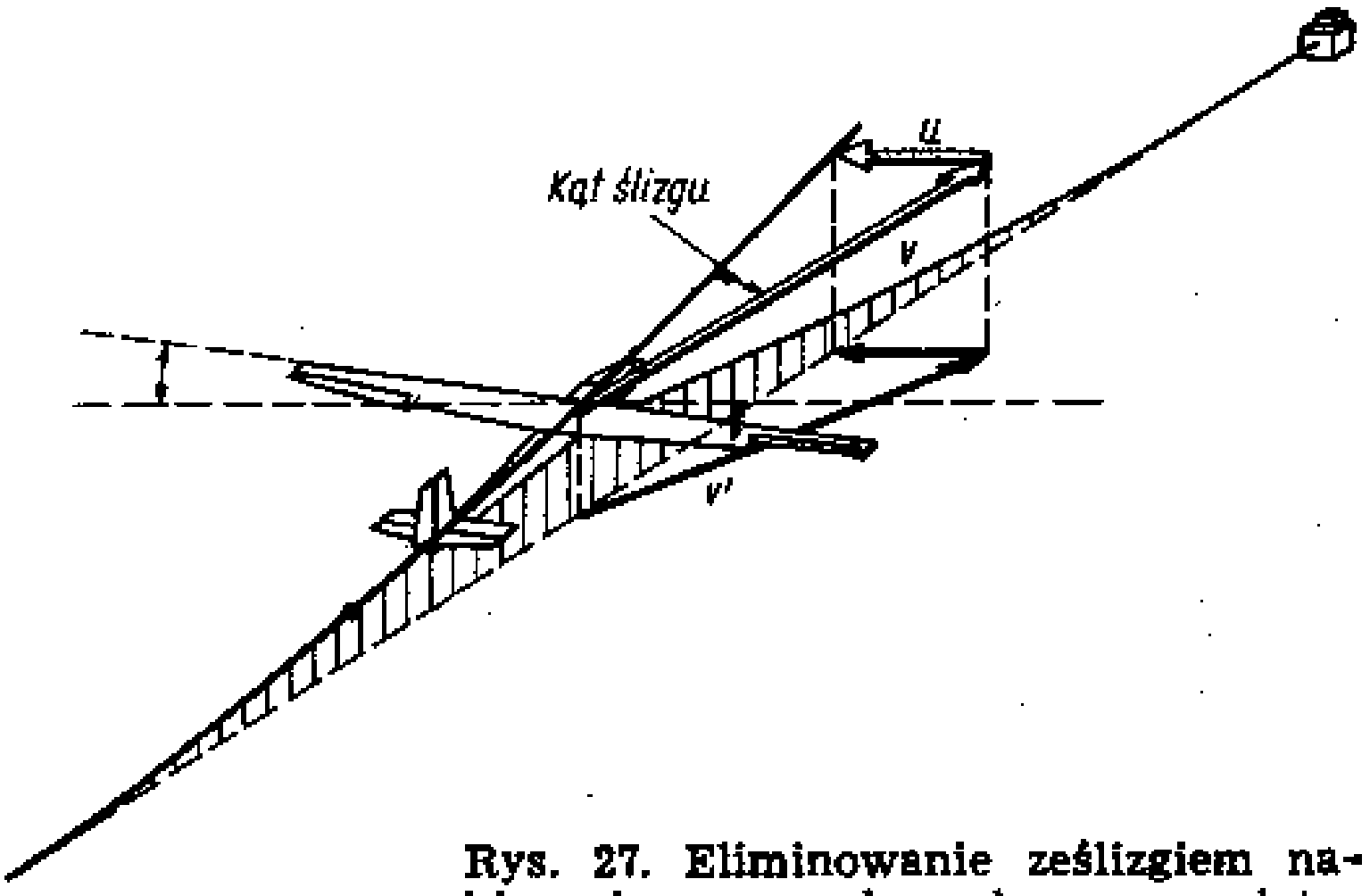
S t r o m e w z n o s z e n i e. Granicą zwiększania kąta uniesienia jest tendencja do spadku prędkości. W razie pojawienia się takiej tendencji należy zmniejszyć kąt uniesienia szybowca. W miarę zbliżania się do wyciągarki maska szybowca stopniono obniża się w stosunku do horyzontu i powoli wzrasta prędkość. Przeciwdziałanie tej tendencji polega na ściąganiu drążka na tyle, aby nie wzrastała prędkość. Obniżanie się maski jest nieuniknione. Na niektórych typach szybowców mogą się pojawić wahania podłużne, które należy stłumić przez niewielkie oddanie drążka w momencie schodzenia maski w dół. Przeciwne ruchy steru wysokości nie tłumią wahań.

Zmniejszenie ciągu przez mechanika wyciągarkowego jest sygnałem do przejścia w lot ślizgowy. Odczepienie powinno nastąpić po ujęciu ciągu przez co najmniej trzykrotne pociągnięcie za gałkę zaczepu. W końcowym stadium wznoszenia należy ocenić pozycję szybowca w stosunku do wyciągarki wg widocznych obiektów terenowych znajdujących się w pobliżu wyciągarki, aby nie minąć jej w locie, w razie gdyby mechanik nie zmniejszył ciągu.

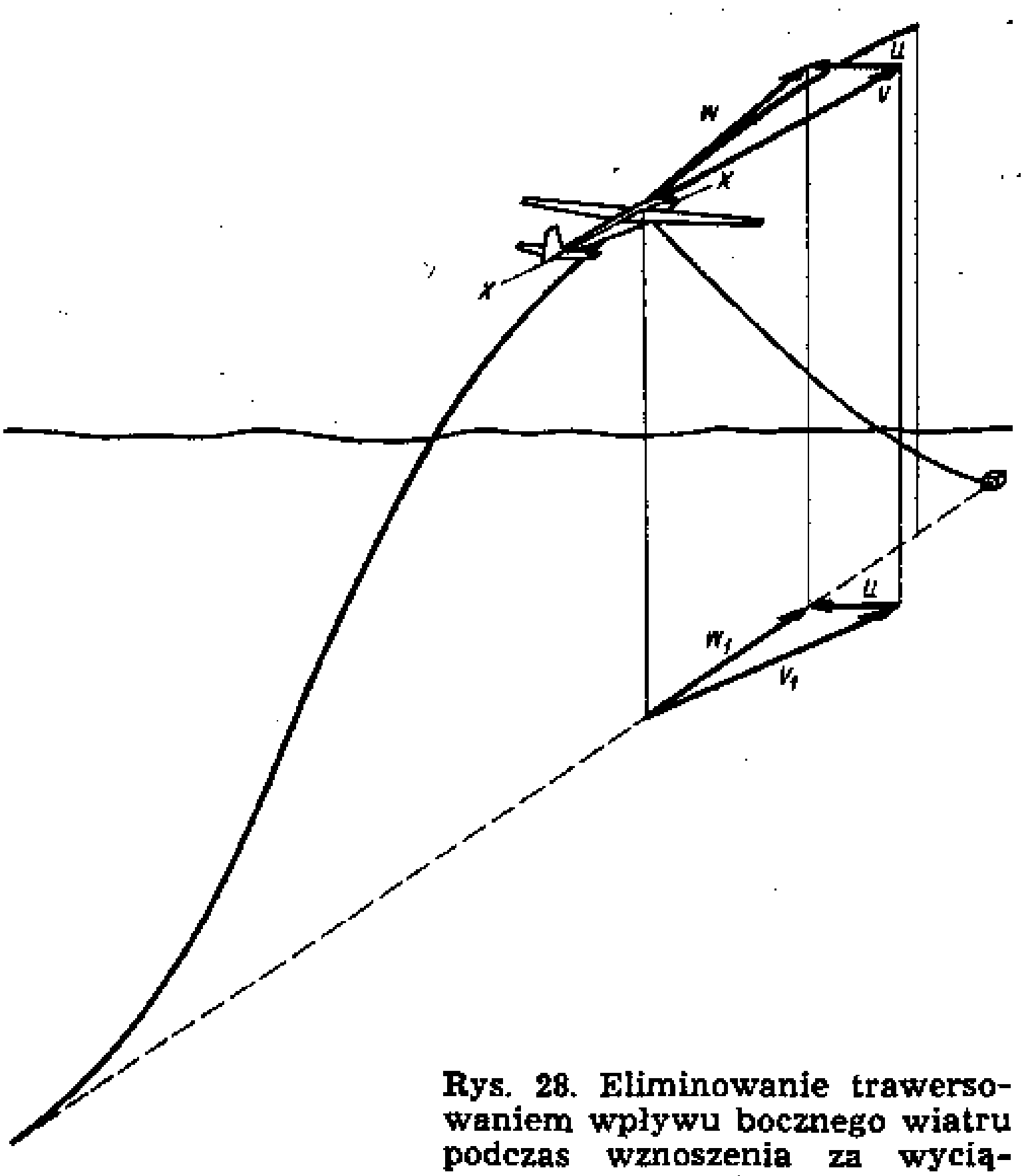
3. Wzlot z bocznym wiatrem

Podczas startu z bocznym wiatrem szybowiec stara się zakręcić na rozbiegu pod wiatr i przechylić w stronę przeciwną. Należy przeciwdziałać zdecydowanym wychyleniem lotki i steru kierunku, aby nie dopuścić do trawersowania i upadku skrzydła, co mogłoby się skończyć uszkodzeniem szybowca.

Przeciwdziałanie znoszeniu szybowca podczas wytrzymania i łagodnego wznoszenia odbywa się przez wykonanie ślizgu nakierunkowego, przy którym przechylenie w stronę wiatru jest tak dobrane, że kąt ślizgu równoważy kąt znoszenia (rys. 27). Aby uniknąć wysokości spowodowanej



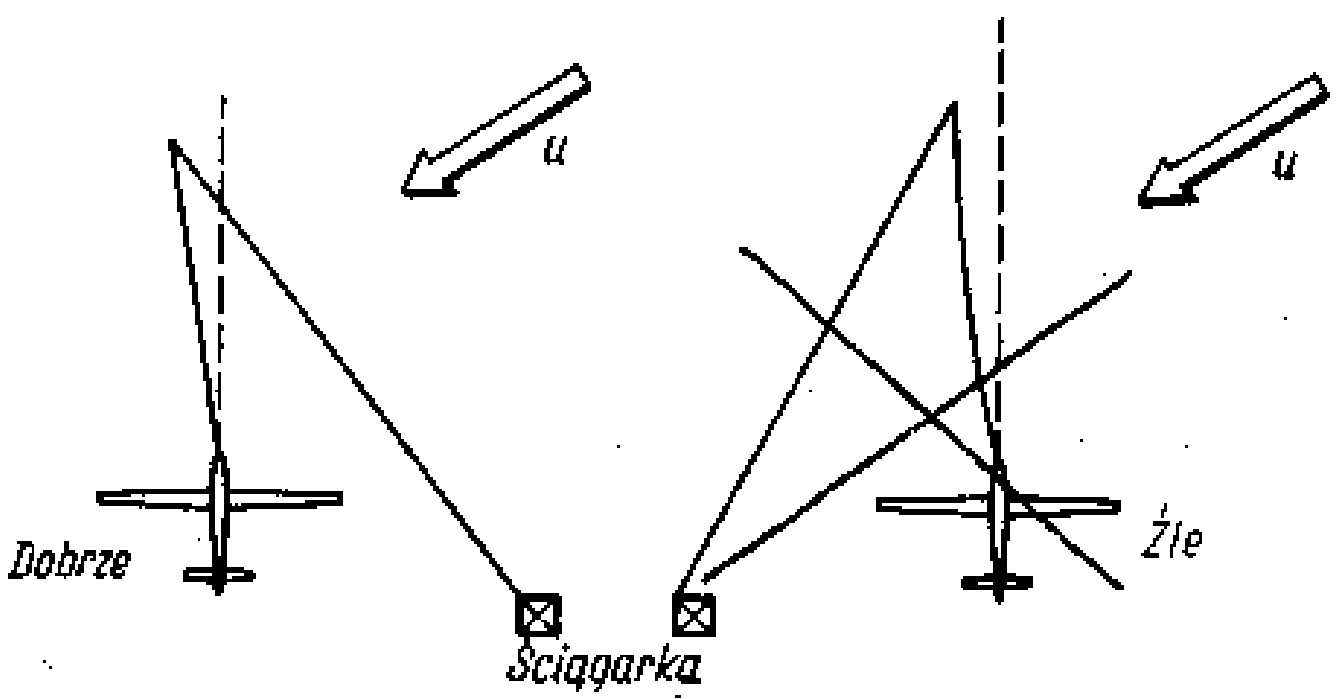
Rys. 27. Eliminowanie ześlizgiem nakierunkowym wpływu bocznego wiatru przy starcie za wyciągarką



Rys. 28. Eliminowanie trawersowaniem wpływu bocznego wiatru podczas wznoszenia za wyciągarką

ześlizgiem, podczas stromego wznoszenia wpływ wiatru na kierunek wzlotu należy eliminować trawersowaniem i tylko niewielkim przechyleniem (rys. 28).

Jeśli pilot nie reaguje na boczny wiatr, szybowiec ustawia się ze zwisem „od wiatru" i schodzi z kierunku. Powoduje to ułożenie się spadającej liny wyciągarkowej dużym łukiem i utrudnia dalsze starty. Łuk liny, tak duży,



Rys. 29. Ustawienie szybowca i ściągarki do wzlotu z bocznym wiatrem

że tworzy ona przy szybowcu kąt przekraczający 10°, stwarza konieczność ustawienia szybowca do startu w kierunku liny (w celu uniknięcia trawersowania), a odchylenie przekraczające 20° zmusza do wstrzymania startu i wyprostowania liny.

Należy unikać startów z bocznym wiatrem, gdy szybowiec jest ustawiony od strony nawietrznej ściągarki (rys. 29), ponieważ stwarza to niebezpieczeństwo zaczepienia się liny ściągarkowej o płozę ogonową szybowca.

4. Wzlot z tylnym wiatrem

Wzlot z tylnym wiatrem charakteryzuje się małym kątem wznoszenia oraz przedłużeniem startu kosztem czasu wznoszenia. Dlatego wysokości osiągane przy starcie z tylnym wiatrem są niewielkie. Zwiększona prędkość szybowca względem ziemi o prędkość wiatru zmusza mechanika wyciągarkowego do nawijania liny na bęben z bardzo dużą prędkością w celu zapewnienia niezbędnej do wzlotu prędkości powietrznej. Długi rozbieg powoduje u pilotów skłonność do przedwczesnego odrywania szybowca od ziemi, czego wynikiem może być przepadnięcie szybowca po oder-

waniu. Prędkość po oderwaniu wzrasta bardzo powoli, czemu powinno towarzyszyć bardzo łagodne zwiększanie kąta uniesienia.

5. Nieprawidłowości wzlotu

Forsowany wzlot jest obok już wyżej opisanego przyduszonego startu jedną z najczęściej spotykanych nieprawidłowości profilu wzlotu, przy tym bardzo niebezpieczną. Forsowanie wzlotu może polegać na przejściu do wznoszenia bez wytrzymania (tzw. podpieranie się ogonem), poprzez gwałtowne lub nadmierne zwiększenie kąta natarcia. Wskutek wydartego startu szybowiec w bezpośredniej bliskości ziemi przyjmuje duży kąt uniesienia, co eliminuje zapas bezpieczeństwa na wypadek przerwanego ciągu. Przez zwiększenie obciążenia wyciągarki bezpośrednio po rozpoczęciu ciągu, jak również zwiększenie obciążenia na linie, zwiększa się możliwość przerwania ciągu. Poza tym istnieje niebezpieczeństwo przekroczenia krytycznego kąta natarcia (nawet przy zachowaniu ciągu) i zwalenia się szybowca na skrzydło.

Wahania poprzeczne podczas wzlotu są spowodowane reakcją na zwisy samymi lotkami (jako skutek nie zrównoważenia momentu kierunkowego lotek) lub zmniejszeniem się sterowności i stateczności poprzecznej z powodu zbyt małej prędkości. Bardzo niebiezpieczny jest zwyczaj trzymania przez pilota ręki na gałce zaczepu. W czasie wzlotu w wyniku napięcia emocjonalnego i naprężenia mięśni, pilot może mimowolnie odczepić linę i spowodować niebezpieczną sytuację.

Rozdział IV

LĄDOWANIE

Lądowanie jest ostatnim etapem lotu, wykonywanym w bezpośredniej bliskości ziemi. Toteż wymaga ono szczególnego skupienia uwagi, staranności i odpowiedniego przygotowania. Jakość lądowania zależy w dużej mierze od techniki szybowania po ostatnim zakręcie (szybowanie jest opisane w rozdziale o kręgu nadlotniskowym). W celu zmniejszenia prędkości zetknięcia szybowca z ziemią, ląduje się z reguły pod wiatr. Lądowanie z bocznym lub tylnym wiatrem wymaga specjalnej techniki pilotażu.

1. Podział lądowania na fazy

Lądowanie można podzielić na następujące fazy: podprowadzenie, wyrównanie, wytrzymanie, przyziemienie, dobieg (rys. 30).

Podprowadzenie, które może być również traktowane jako ostatni etap szybowania, jest fazą bezpośredniego przygotowania się pilota do przyziemienia. Podprowadzenie zaczyna się na wysokości $7 \div 5$ m, a kończy na wysokości $3 \div 2$ m.

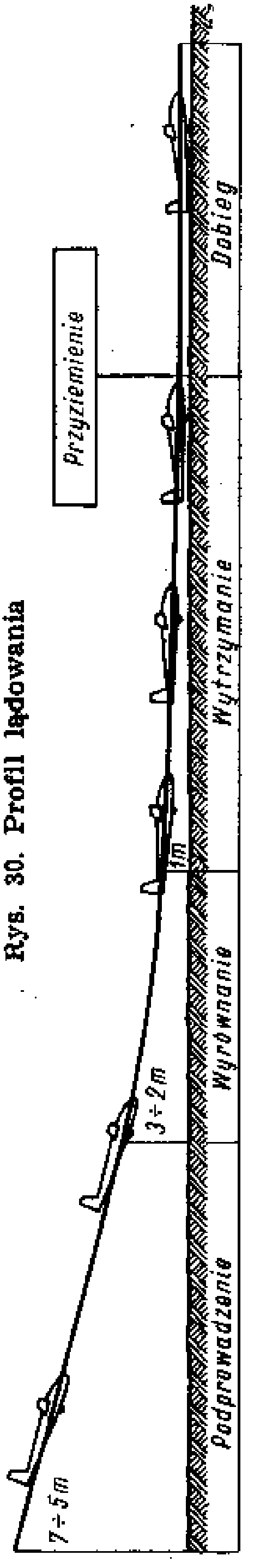
Wyrównanie jest przejściem od lotu szybowego do lotu prawie poziomego. Zaczyna się na wysokości $3 \div 2$ m, a kończy na wysokości $1 \div 0{,}5$ m. Polega ono na stopniowym łagodzeniu kąta szybowania. Na szybowcach o dużej doskonałości, podprowadzanych z niewielkim otwarciem hamulców aerodynamicznych, zmiana toru lotu podczas wyrównania jest niemal niewidoczna, a wyrównanie obserwowane zarówno z kabiny, jak i przez obserwatora z ziemi, wydaje się polegać tylko na nieznacznej zmianie pochylenia szybowca. Podczas wyrównania następuje wstępne zmniejszenie prędkości lotu.

Wytrzymanie jest fazą lądowania bezpośrednio poprzedzającą zatknięcie się szybowca z ziemią. Jest to lot

prawie równoległy do ziemi, z bardzo nieznacznym zniżaniem się szybowca. Równoległość lotu do ziemi osiąga się kosztem zapasu prędkości i dzięki ciągłemu zwiększaniu kąta natarcia. Podczas wytrzymania następuje całkowite wytracenie zapasu prędkości, aż do prędkości przyziemienia, która jest w przybliżeniu równa prędkości minimalnej.

W y t r z y m a n i e kończy się przyziemieniem, tj. zetknięciem się szybowca z ziemią. Powinno ono nastąpić w położeniu przewidzianym dla danego typu szybowca. Najczęściej jest to tzw. położenie dwupunktowe (rys. 31).

D o b i e g jest dalszym ruchem szybowca po ziemi po przyziemieniu, aż do całkowitego wytracania prędkości. Lądowanie kończy się w chwili zakończenia dobiegu, tj. zatrzymania się szybowca, i do tego momentu powinna być zachowana równowaga poprzeczna i kierunek lądowania.



Rys. 30. Profil lądowania

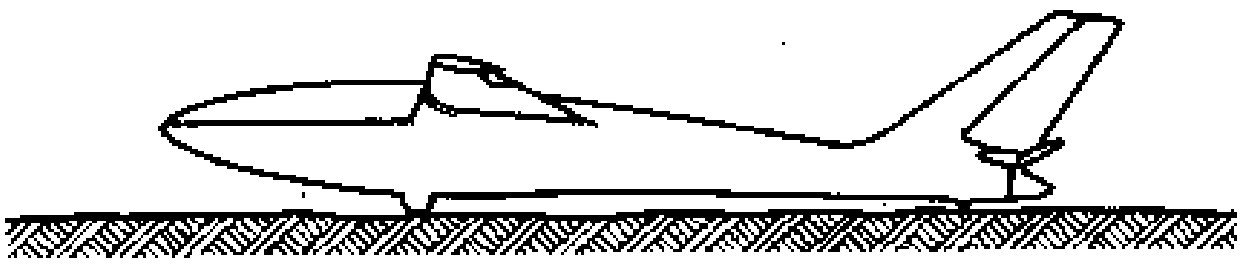
2. Technika wykonania lądowania

Podprowadzenie. Gdy szybowiec podczas szybowania zniży się do wysokości 7 ÷ 5 m, należy:

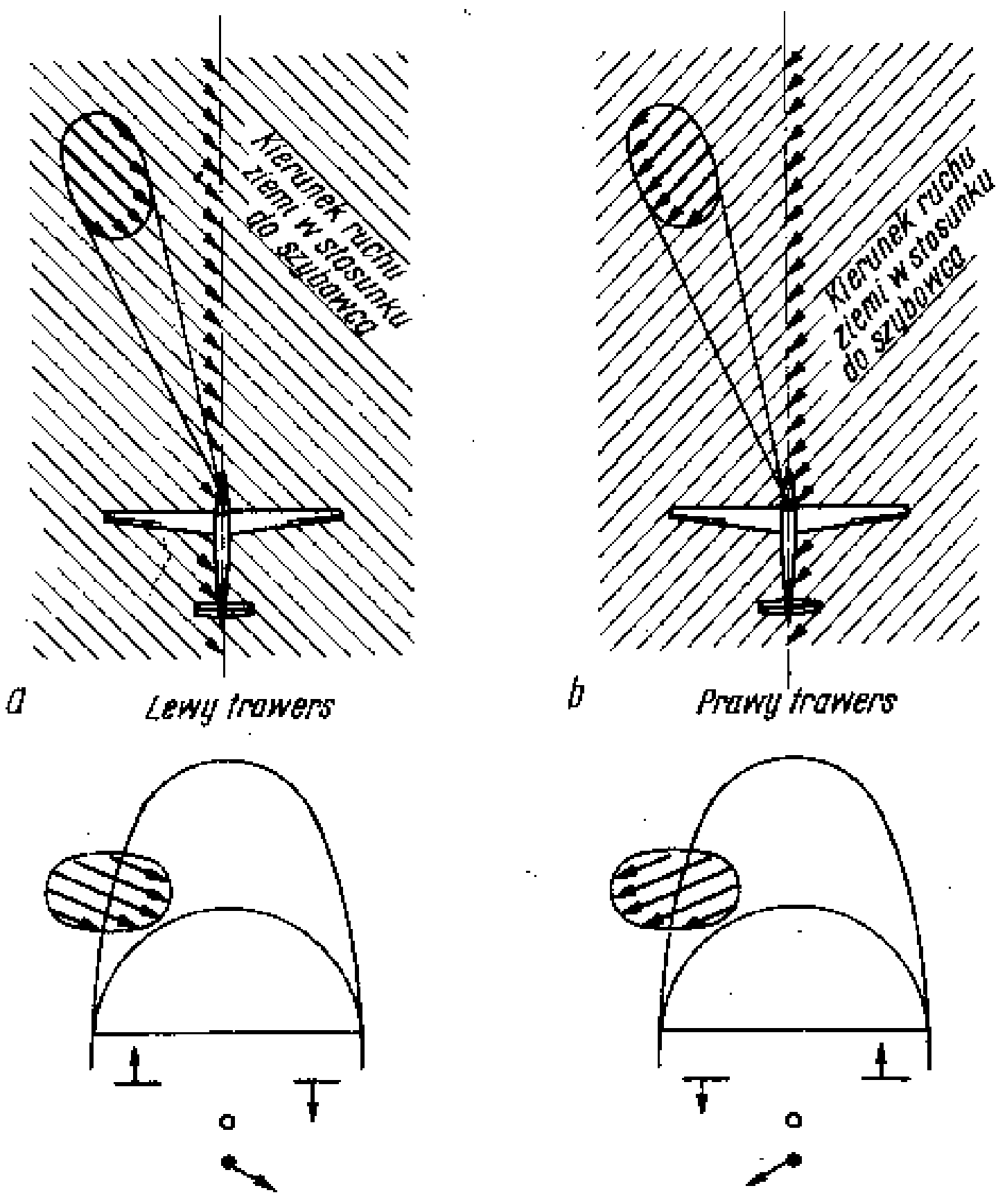
1) ustalić prędkość większą od optymalnej o 5 do 20 km/h, zależnie od siły wiatru i stopnia otwarcia hamulców aerodynamicznych,
2) przenieść wzrok na płaszczyznę ziemi, nieco w lewo od punktu wyrównania, którym jest przecięcie się toru lotu z ziemią, starając się jednocześnie, aby w polu widzenia znalazła się linia znaków i maska szybowca. (Uwaga! Podczas lądowania wzrok kierujemy zawsze z odchyleniem 15 ÷

$\div$ 30° od osi kadłuba w stronę linii znaków. Ponieważ najczęściej lądowanie odbywa się z prawej strony linii znaków, wobec tego wzrok jest skierowany w lewo od maski. Dlatego też w dalszym opisie techniki pilotażu zakłada się, że wzrok jest skierowany w lewą stronę),

3) ocenić pochylenie szybowca według płaszczyzny ziemi,



Rys. 31. Położenie dwupunktowe



Rys. 32. Ocena i eliminowanie trawersu podczas wytrzymania przy lądowaniu

4) wprowadzić ostateczne poprawki obliczenia, tak aby przed rozpoczęciem wyrównania hamulce aerodynamiczne były otwarte do połowy,
5) sprawdzić równoległość osi podłużnej szybowca do linii znaków oraz usunąć ewentualny trawers spowodowany zwisem lub bocznym wiatrem.

U w a g a ! Niezależnie od przyczyny, trawers usuwa się podczas wszystkich faz lądowania w następujący sposób (jeżeli patrzymy w lewo):

— jeżeli ziemia nabiega pod burtę kabiny (rys. 32*a*), reagujemy wychyleniem lotki w prawo i steru kierunku w lewo,
— gdy ziemia wybiega spod burty kabiny (rys. 32*b*), wychylamy lotkę w lewo i ster kierunku w prawo. O usunięciu trawersu świadczy równoległy do osi szybowca ruch ziemi.

Przy patrzeniu w prawo reakcje sterami będą odwrotne do wyżej opisanych.

Wyrównanie. Gdy szybowiec zniży się do wysokości $3 \div 2$ m, należy rozpocząć zmniejszanie kąta szybowania przez delikatne ściąganie drążka, przenosząc jednocześnie wzrok na odległość $50 \div 30$ m przed szybowiec (tym dalej, im większa jest prędkość szybowca względem ziemi). Następnie w dalszym ciągu trzeba ściągać drążek w takim tempie, aby całkowicie powstrzymać zniżanie się szybowca na wysokości $1 \div 0{,}5$ m. Szczególne znaczenie ma rozpoczęcie i zakończenie wyrównania na właściwej wysokości i na tym należy skupić całą uwagę. Poza tym należy reagować jedynie na znaczne odchylenia od kierunku i równowagi poprzecznej.

Wytrzymanie. Podczas wytrzymania ślizgamy wzrok po powierzchni ziemi w odległości $15 \div 30$ m od szybowcá. Trzeba się starać, aby jednocześnie widzieć płaszczyznę ziemi, jej ruch w stosunku do szybowca, maskę i burtę szybowca na tle płaszczyzny ziemi, a także znaki lądowania. Pozwala to dokładnie ocenić wysokość lotu, pochylenie, równowagę poprzeczną i ewentualne trawersowanie. Jednoczesne dostrzeganie tych wszystkich elementów wymaga wysokiego stopnia zmobilizowania uwagi.

Wytrzymanie wykonuje się przez stopniowe, delikatne ściąganie drążka, w miarę pojawiającej się tendencji do zniżania się szybowca. Drążek należy ściągać tak, aby jak najdłużej nie pozwolić szybowcowi zetknąć się z ziemią, nie powodując równocześnie nadmiernego zadzierania maski. W razie zauważenia wznoszenia trzeba wstrzymać ścią-

ganie drążka, co spowoduje wstrzymanie wznoszenia, a następnie szybsze niż normalnie zniżanie się szybowca, do którego należy dopasować tempo dalszego ściągania drążka. Podczas wytrzymania nie wolno dopuszczać do trawersów, szczególnie tuż przed przyziemieniem.

Przyziemienie. Wytrzymanie kończy się w chwili, gdy szybowiec mimo wysiłków pilota dotknie ziemi. W momencie przyziemienia należy bezwzględnie wstrzymać ściąganie drążka, aby uniknąć oderwania się szybowca w razie przyziemienia z uniesionym ogonem (przyziemienie na jeden punkt). Przyziemiać należy z hamulcami otwartymi do połowy. Niedopuszczalne jest przyziemianie z całkowicie otwartymi hamulcami, gdyż kółko szybowca jest wówczas zahamowane.

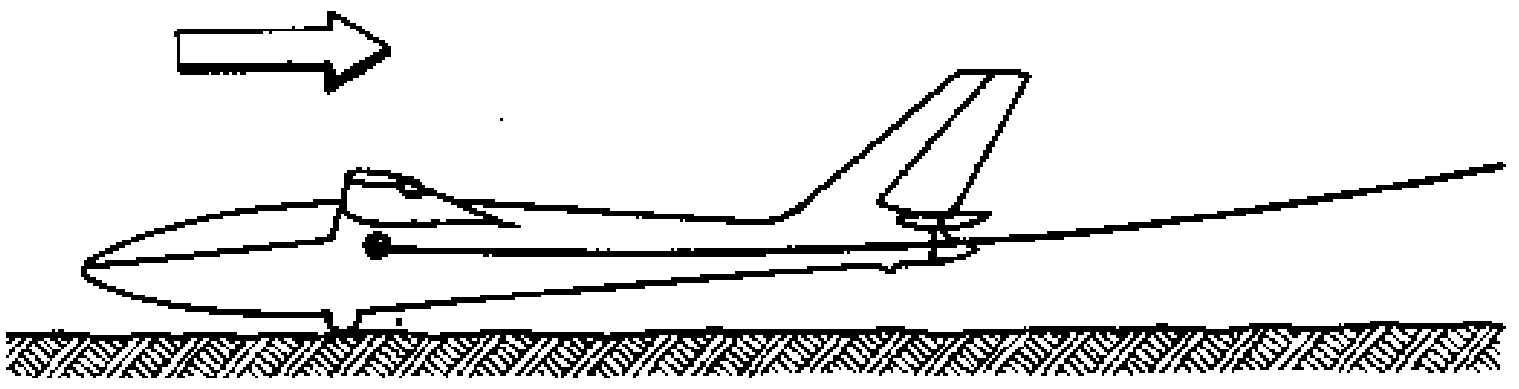
Dobieg. Podczas dobiegu, w miarę malejącej prędkości, należy:

- stopniowo dociągać drążek aż do oporu,
- zachowywać równowagę poprzeczną i kierunek rosnącymi w miarę spadku prędkości skoordynowanymi ruchami lotek i steru kierunku,
- w chwili zatrzymania się szybowca wychylić lotkę w stronę przechylającego się skrzydła oraz otworzyć całkowicie hamulce aerodynamiczne.

Podczas lądowania na lotnisku hamowanie kółka na dobiegu należy w największym stopniu ograniczać.

3. Lądowanie przy silnym wietrze

Lądując pod wiatr, którego prędkość przekracza 6 m/sek, trzeba podprowadzić szybowiec ze zwiększoną prędkością i wyrównać niżej niż normalnie, aby uniknąć przepadnię-



Rys. 33. Lądowanie na kółko przy silnym wietrze

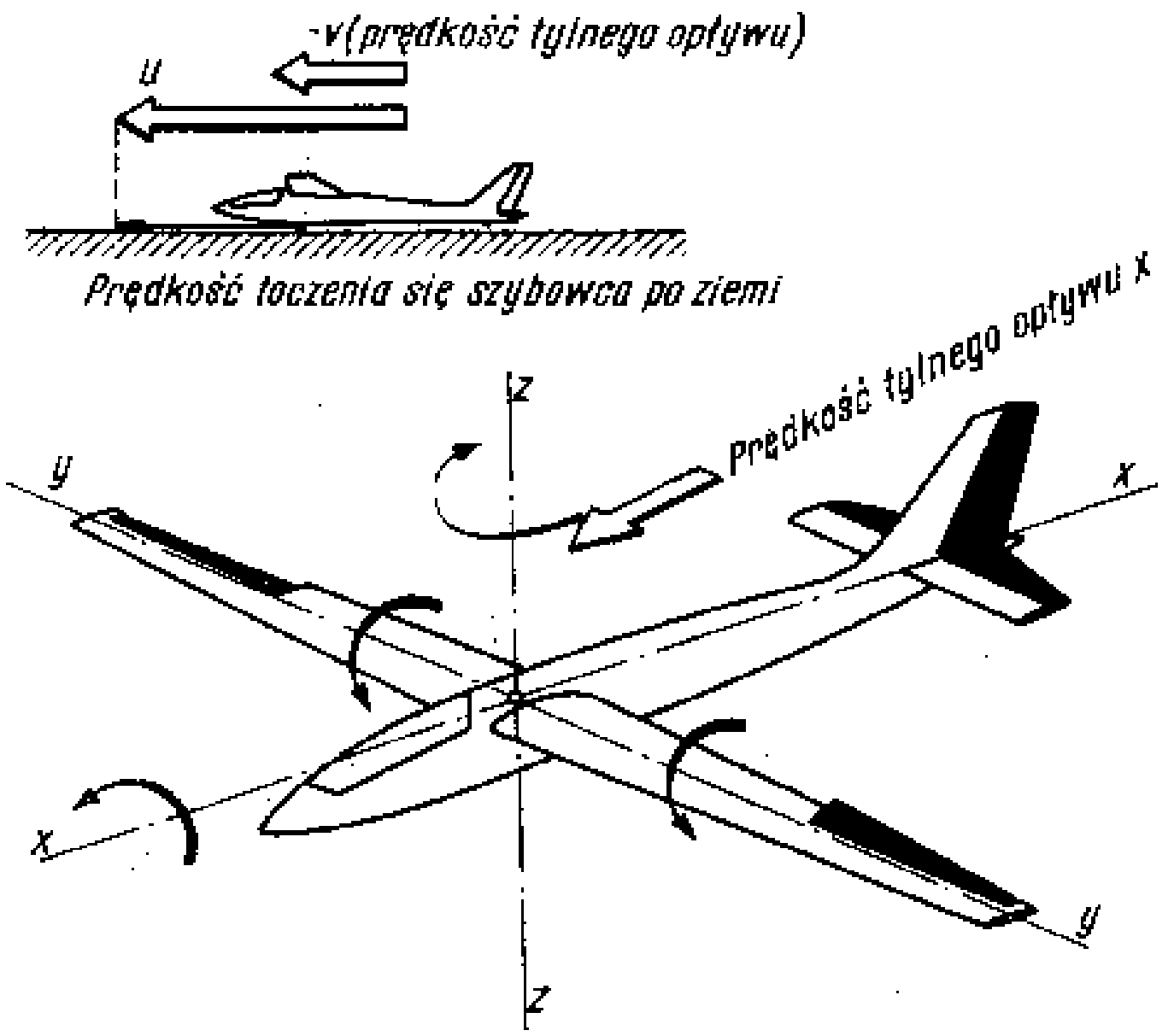
cia, które może być wynikiem gwałtownego osłabnięcia wiatru. Nie należy wykonywać zbyt szybkich ruchów sterem wysokości na siebie, aby nie spowodować oddalenia się szybowca od ziemi na małej prędkości. Szybowiec trzeba przyziemić na kółko z uniesionym ogonem (rys. 33), po

niedługim wytrzymaniu lub nawet wprost po wyrównaniu, jeżeli wiatr jest bardzo silny. W razie wyskoczenia szybowca do góry należy zamknąć hamulce, zabezpieczyć pochylenie i ponownie przeprowadzić lądowanie.

4. Lądowanie z bocznym wiatrem

Przy lądowaniu z bocznym wiatrem, w celu zapobieżenia trawersowi i znoszeniu w stosunku do linii znaków, wprowadza się szybowiec, najpóźniej w fazie podprowadzenia, w ześlizg nakierunkowy. Przechylenie należy tak dobrać, aby kąt ślizgu był równy kątowi znoszenia, a zwiększony przez ześlizg kąt szybowania powinien zapewniać dolot do znaków. Następne fazy lądowania wykonuje się zachowując przechylenie, a nawet je nieco zwiększając. Podczas przyziemienia i dobiegu pojawia się zwykle tendencja do zakręcania pod wiatr i przechylania się w stronę przeciwną. Grozi to niebezpiecznym trawersem, któremu można zapobiec przez stałe zwiększanie ze spadkiem prędkości wychylenia lotek w stronę wiatru i steru kierunku w stronę przeciwną.

5. Lądowanie z tylnym wiatrem



Rys. 34. Odwrotne działanie sterów podczas dobiegu przy lądowaniu z tylnym wiatrem

Lądowanie z tylnym wiatrem charakteryzuje się znacznym przedłużeniem profilu lądowania w stosunku do ziemi i zwiększoną przez wiatr prędkością przyziemienia. Podczas lądowania wzrok trzeba kierować dalej niż przy lądowaniu z wiatrem czołowym, gdyż wymaga tego duża prędkość w stosunku do ziemi. Punkt wyrównania musi być przesunięty znacznie do tyłu w stosunku do linii znaków. W czasie dobiegu skuteczność sterów gwałtownie maleje, a pod koniec może się pojawić odwrotne działanie sterów (rys. 34). Duża prędkość zwiększa bezwładność szybowca, tak że każdy trawers zwis czy „cyrkiel" (o co łatwo ze względu na małą sterowność) grozi uszkodzeniem szybowca.

6. Nieprawidłowości lądowania

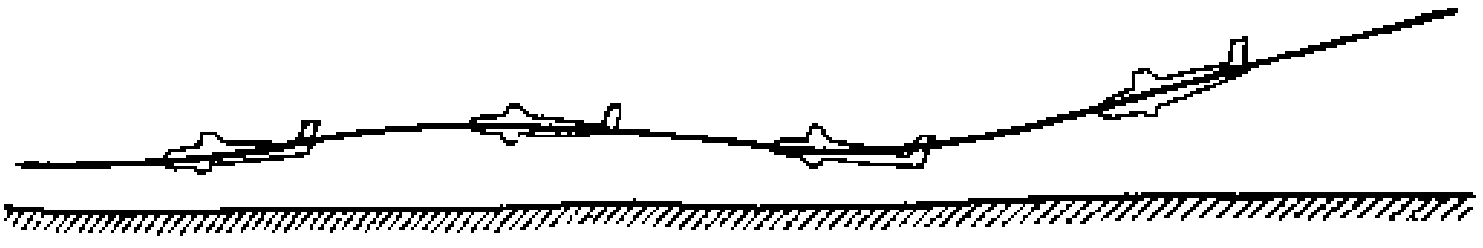
Poza opisanymi wyżej: znoszeniem, trawersowaniem oraz wznoszeniem się szybowca w czasie wyrównania, należy wystrzegać się następujących nieprawidłowości lądowania.

1) Wysokie wyrównanie (rys. 35). Powstaje ono najczęściej w wyniku zbyt bliskiego patrzenia lub usi-

Rys. 35. Wysokie wyrównanie

łowania dolecenia do znaków przy obliczeniu z niedolotem. Następstwem wysokiego wyrównania może być szybkie przepadnięcie szybowca do ziemi z możliwością zwalenia się na przód lub skrzydło. W razie zbyt wysokiego wyrównania należy powstrzymać przepadanie przez szybsze dociąganie drążka, a jeżeli to nie wystarczy — przez przymykanie hamulców.

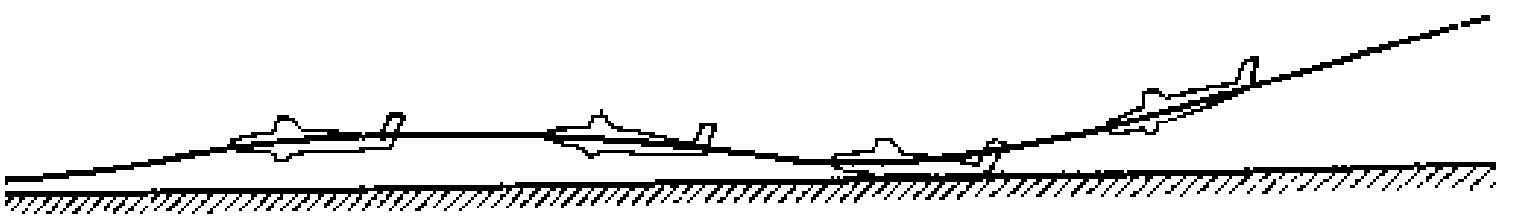
2) Gwałtowne wyrównanie (rys. 36) powstaje najczęściej jako wynik nadmiernej prędkości, zbyt szyb-



Rys. 36. Gwałtowne wyrównanie

kiego ruchu sterem wysokości czy zamknięcia hamulców aerodynamicznych. Jeżeli nie jest ono połączone z zadarciem szybowca, wystarczy wstrzymać ściąganie drążka i pozwolić szybowcowi obniżyć się do wysokości wytrzymania. Jeżeli natomiast szybowiec wyskoczy w górę zadzierając maskę, należy podwójnym ruchem drążka pochylić go, a gdy zacznie szybko zbliżać się do ziemi — ściągać drążek. W tym drugim przypadku może okazać się konieczne przymknięcie hamulców aerodynamicznych.

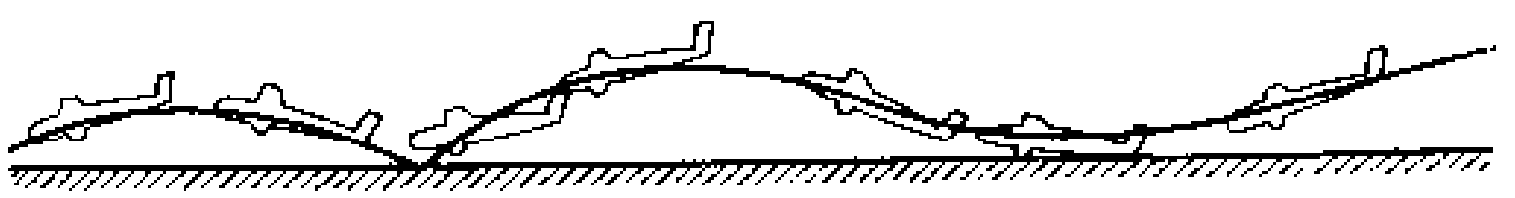
3) Niskie wyrównanie (rys. 37) powstaje w wyniku zbyt dalekiego patrzenia, spowodowanego często kierowaniem wzroku wzdłuż osi szybowca lub głębokim sie-



Rys. 37. Niskie wyrównanie

dzeniem w szybowcu. Może ono doprowadzić do przyziemienia bezpośrednio po wyrównaniu na dużej prędkości, a nawet do uderzenia przodem szybowca w ziemię i uszkodzenia go. Również tzw. falowanie powstaje jako wynik niskiego wyrównania. Przy niskim wyrównaniu trzeba szybko ściągać drążek w celu powstrzymania zniżania się szybowca, co z kolei może stworzyć konieczność delikatnego oddania drążka w celu niedopuszczenia do wyskoczenia szybowca z początkiem wytrzymania.

4) Kozłowanie (rys. 38) powstaje w wyniku gwałtownego oddania drążka po odbiciu się szybowca od ziemi przy niskim wyrównaniu lub w czasie wyrównania.



Rys. 38. Kozłowanie

W razie zaistnienia kozłowania należy po odbiciu się szybowca delikatnym ruchem drążka od siebie nie dopuścić do zadarcia maski szybowca, a następnie, pod-

czas przepadania, dość szybkim ruchem ściągać drążek, tak by szybowiec zetknął się z ziemią w dwupunktowym położeniu.

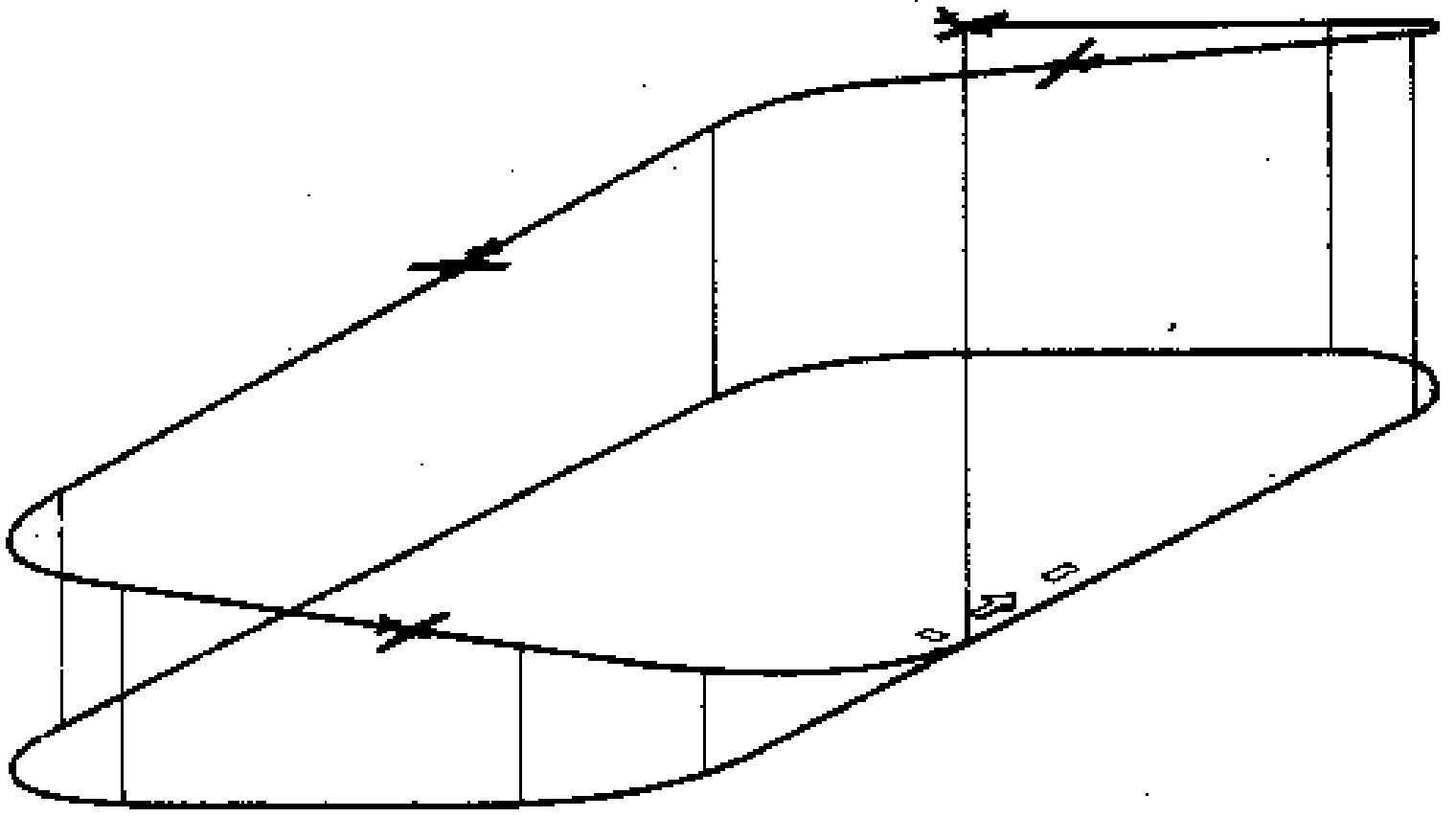
Wiele nieprawidłowości lądowania powstaje wskutek niepodzielenia uwagi między: ocenę profilu lądowania, znoszenie i równowagę poprzeczną, a także może być wynikiem ściągania drążka po przekątnej, opierania łokcia o kolano i niepotrzebnych ruchów dźwignią hamulców aerodynamicznych.

Rozdział V

SZYBOWCOWY KRĄG NADLOTNISKOWY

1. Znaczenie kręgu nadlotniskowego

Krąg nadlotniskowy na szybowcu jest to manewr poprzedzający lądowanie, polegający w zasadzie na takim ułożeniu trasy lotu wokół lotniska, aby znaczna jej część przypadła na lot równoległy z linią lądowania, w kierunku do niej przeciwnym (rys. 39). Umożliwia to dość dokładną



Rys. 39. Ogólny schemat szybowcowego kręgu nadlotniskowego

ocenę warunków meteorologicznych panujących nad lotniskiem i usytuowanie przeszkód terenowych na przedłużeniu pasa lądowania oraz ułatwia gospodarowanie wysokością. Dlatego też każdy lot, bez względu na zadanie, powinien być zakończony wykonaniem kręgu nadlotniskowego.

Przepisy o ruchu lotniczym nadają kręgowi nadlotniskowemu jeszcze inne znaczenie. Stanowi on również czynnik porządkujący ruch nad lotniskiem, przez narzucenie jed-

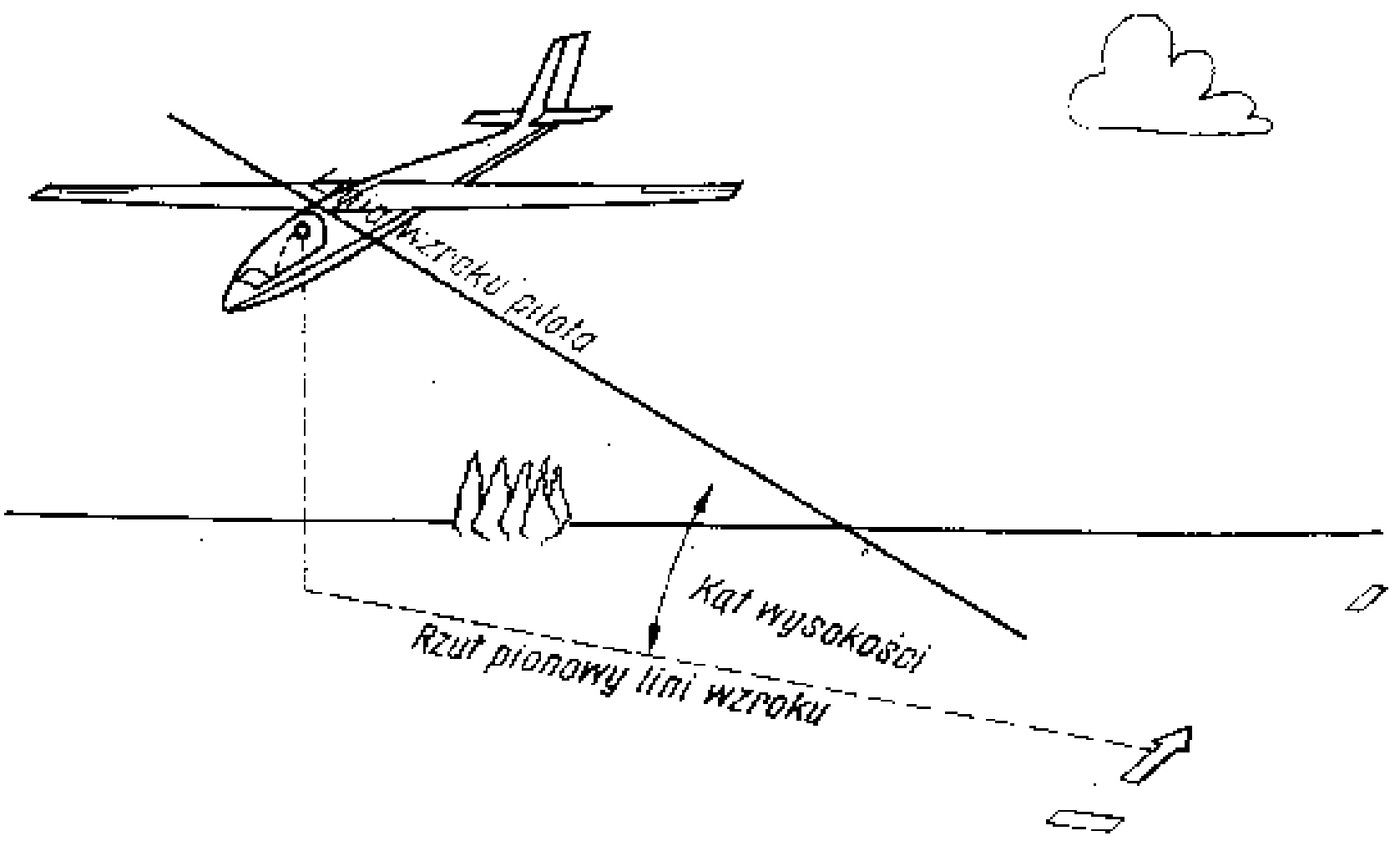
nego kierunku dla wszystkich statków powietrznych tego samego rodzaju. Zmniejsza to w znacznym stopniu niebezpieczeństwo wystąpienia nad lotniskiem sytuacji grożących zderzeniem statków powietrznych.

2. Ogólne zasady gospodarowania wysokością i wykonywania kręgu nadlotniskowego

Podczas lotu ślizgowego wysokość lotu szybowca ulega ciągłemu zmniejszaniu się. W warunkach rzeczywistych spadek wysokości nie jest równomierny. Utrudnia to znacznie, w porównaniu z pilotażem samolotowym, wykonywanie manewrów poprzedzających lądowanie.

Umiejętność gospodarowania wysokością jest podstawowym warunkiem bezpiecznego latania. Gospodarowanie wysokością odbywa się w oparciu o:

— ocenę kąta wysokości, tj. kąta zawartego między linią wzroku pilota skierowanego na miejsce lądowania a poziomem (rys. 40),



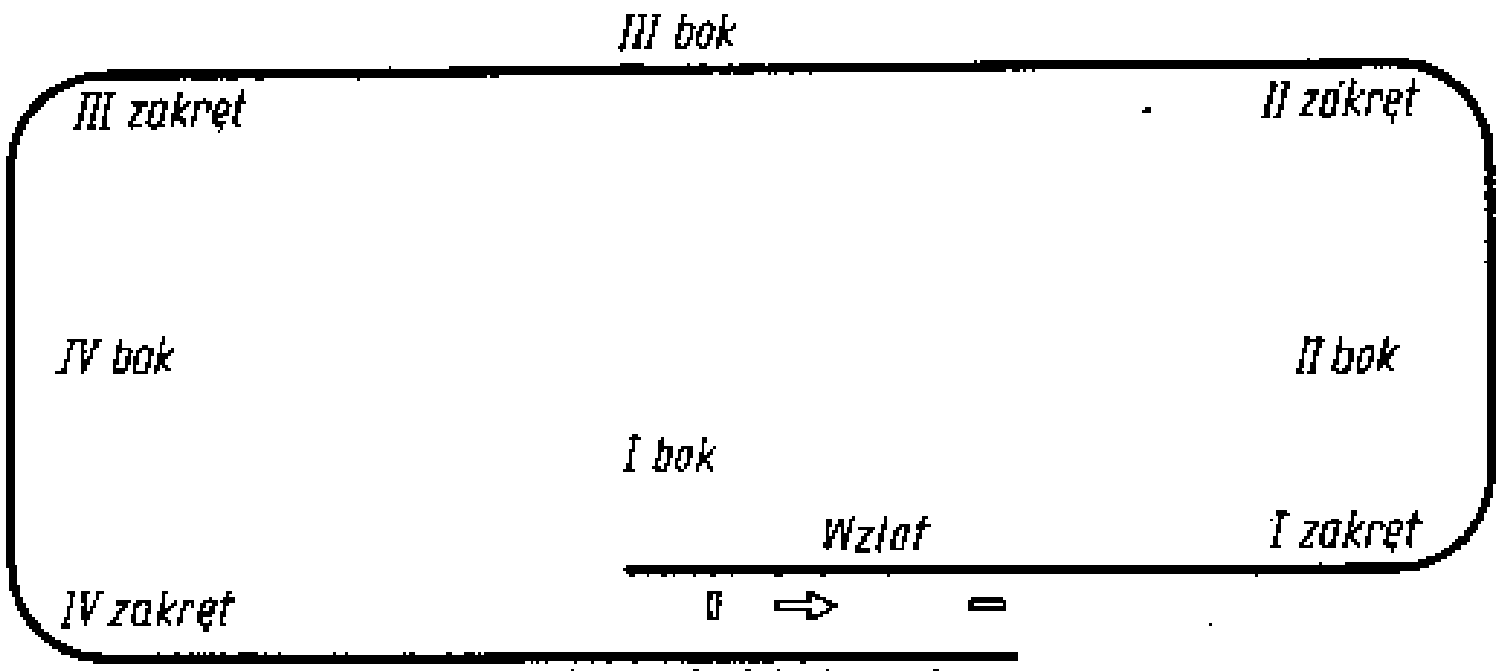
Rys. 40. Kąt wysokości

— aktualne wskazania wysokościomierza (aktualne wskazania wysokościomierza uzyskuje się po lekkim uderzeniu w tablicę przyrządów, co jest szczególnie ważne na małej wysokości),
— wskazania wariometru.

Porównanie w wyobraźni posiadanego kąta wysokości z kątem zasięgu szybowca, tzn. kątem zawartym między

rzeczywistym torem lotu a poziomem, lub z kątem szybowania na ostatnim zakręcie, informuje pilota o posiadanym zapasie wysokości. Obserwacja wskazań wysokościomierza umożliwia pilotowi wykonanie manewru do lądowania na bezpiecznej wysokości, a wskazania wariometru informują o prędkości opadania własnego szybowca i pozwalają na dobór prędkości największego zasięgu.

Pilot podczas nauki pilotażu często się spotyka z „doskonałymi" receptami kolegów wykonywania kręgu nadlotniskowego według „mebli", tj. obiektów terenowych roz-

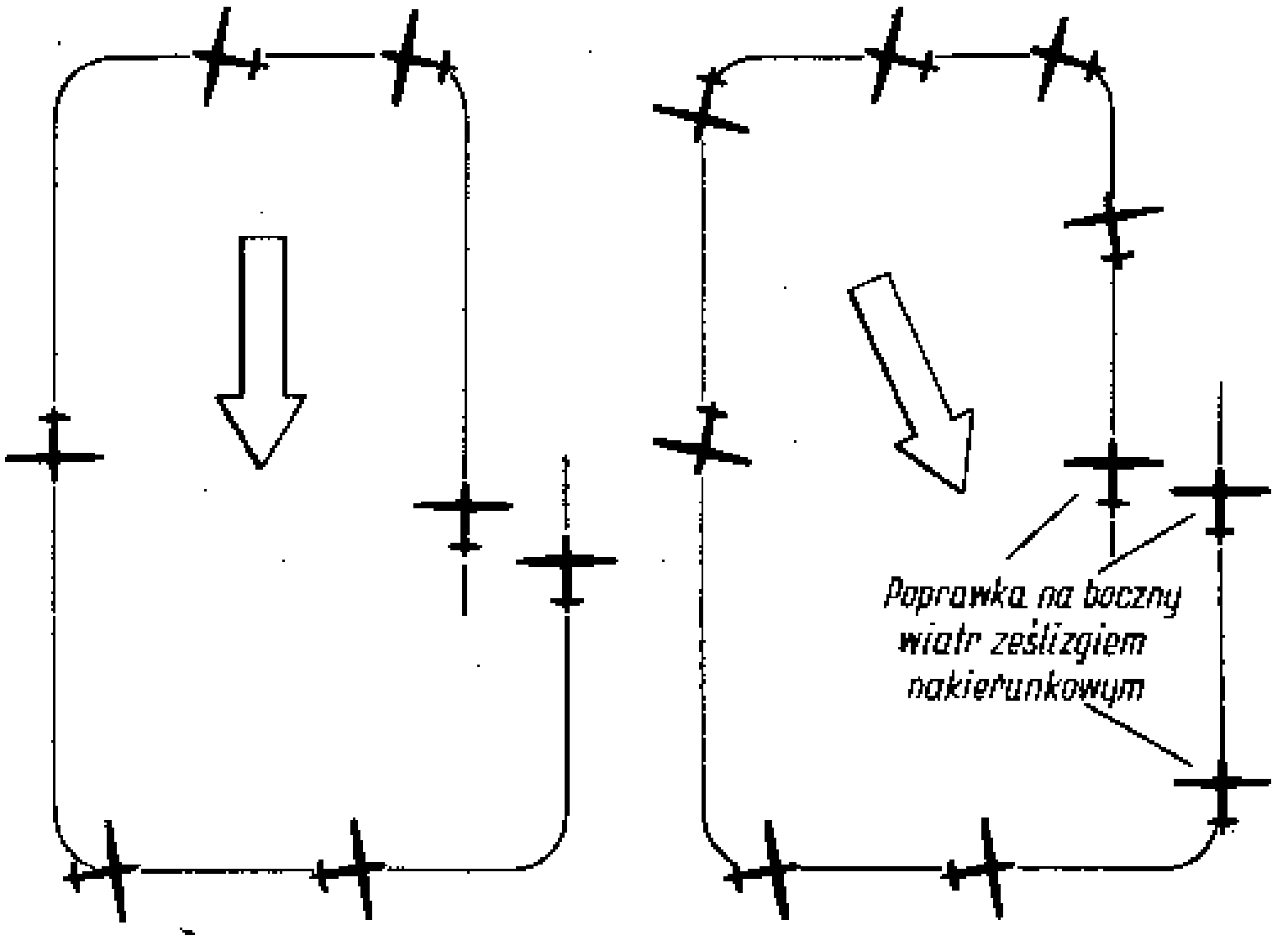


Rys. 41. Elementy kręgu nadlotniskowego

mieszczonych wokół lotniska. Recepty te są pozbawione racjonalnej podstawy dla lotu szybowcowego, w którym zasięg zależy od aktualnych warunków meteorologicznych, a wysokości są bardzo różne. Również tzw. projekcja znaków lądowania w stosunku do elementów szybowca może stanowić wyłącznie podstawę do oceny pozycji szybowca względem znaków, a nie do gospodarowania wysokością.

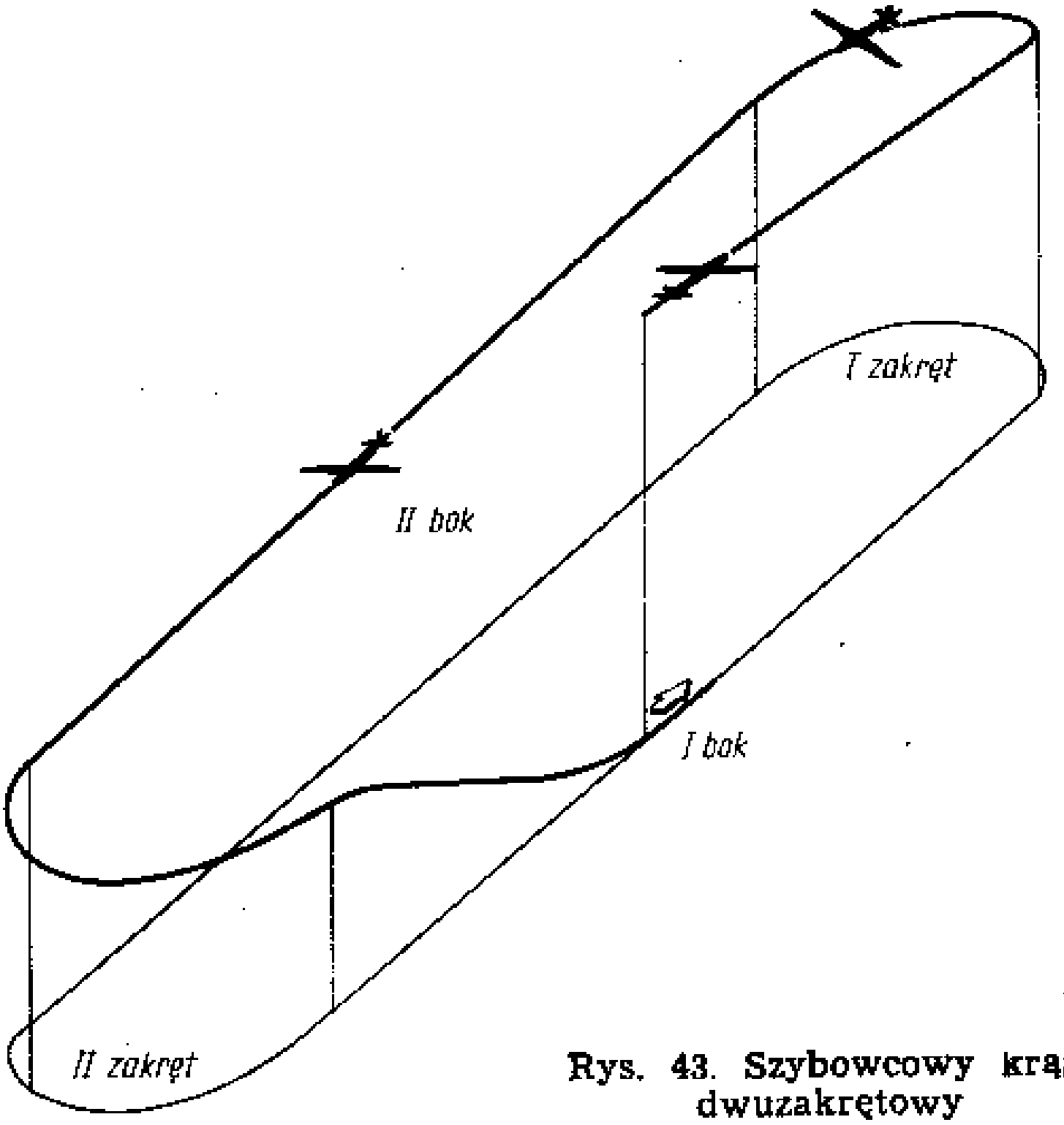
Szybowcowy krąg nadlotniskowy ma najczęściej formę prostokąta (rys. 41), którego pierwszy bok stanowi linia wzlotu oraz szybowania po ostatnim zakręcie i lądowania, drugi bok jest prostopadły do linii znaków, trzeci — równoległy z linią znaków i czwarty — prostopadły do linii znaków. Boki kręgu oddzielone są zakrętami o ok. 90°, numerowanymi w kolejności ich wykonania. Krąg najczęściej jest ułożony w łożu wiatru, co wymaga trawersowania na drugim i czwartym boku. Ułożenie kręgu nadlotniskowego skośnie do łoża wiatru wymaga trawersowania również na trzecim boku oraz eliminowania znoszenia przy starcie, wznoszeniu, szybowaniu i lądowaniu (rys. 42).

Krąg nadlotniskowy może mieć również formę wydłużonej trasy lotu o dwóch bokach i dwóch zakrętach o ok. 180°



Rys. 42. Wpływ kierunku wiatru na lot po kręgu czterozakrętowym

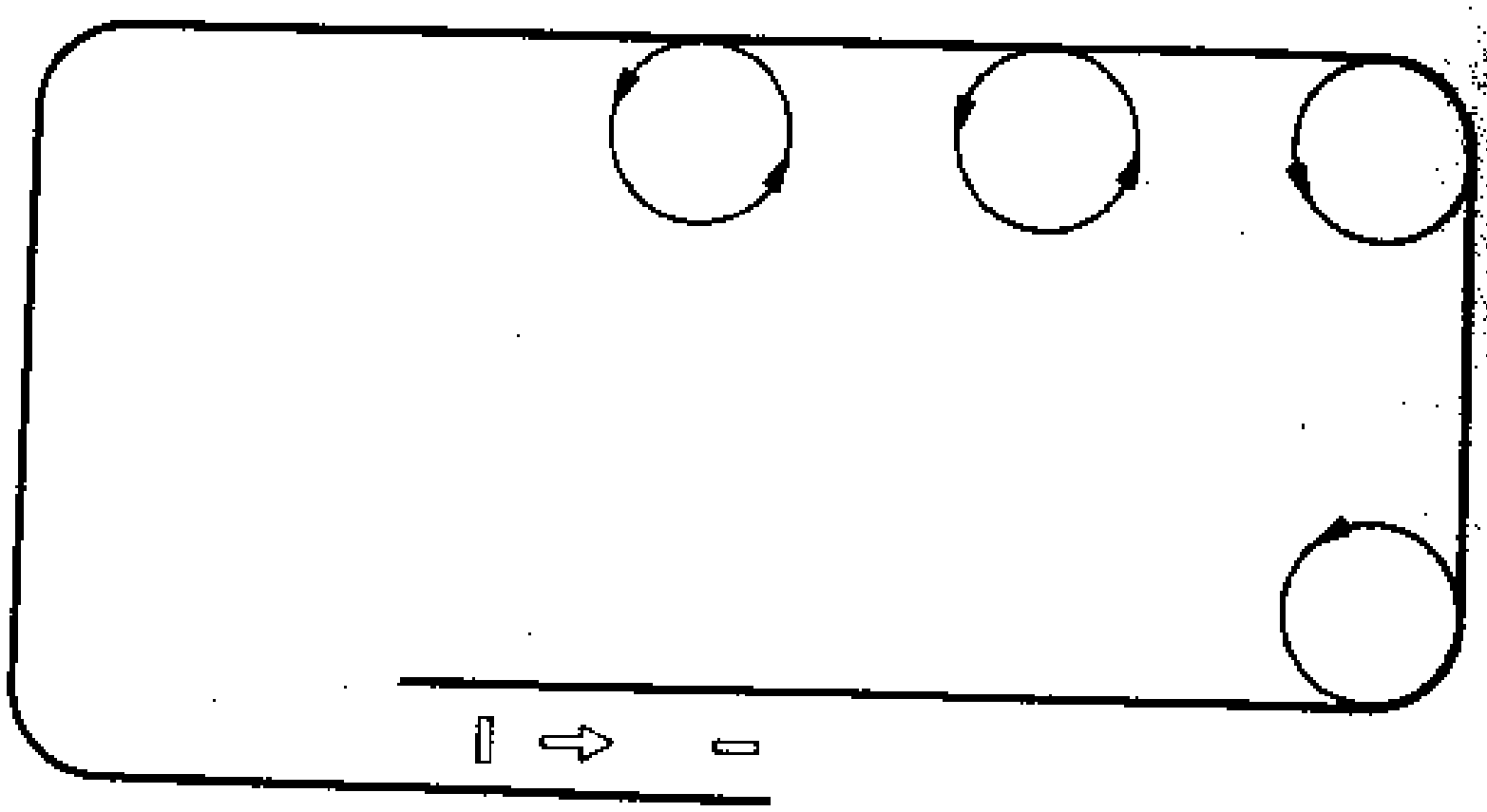
a – krąg w łożu wiatru, b – krąg o bokach skośnych do łoża wiatru



Rys. 43. Szybowcowy krąg dwuzakrętowy

(rys. 43). Pierwszy bok kręgu dwuzakrętowego stan wzlot, szybowanie i lądowanie, drugi bok — lot nie równoległy do linii znaków.

Technikę wykonania kręgu nadlotniskowego omówi na przykładzie kręgów wykonanych podczas lotów za w ciągarką. Najczęściej uzyskiwane wysokości podczas wzlo wyciągarkowego wahają się w granicach 150 ÷ 250



Rys. 44. Wytracanie nadmiaru wysokości okrążeniami na trasie kręgu czterozakrętowego

Z doświadczenia wynika, że niezbędna minimalna wysokość do wykonania kręgu czterozakrętowego wynosi 200 m, a do wykonania kręgu dwuzakrętowego — ok. 150 m. Przy wysokości rzędu 200 m i większej wykonanie kręgu dwuzakrętowego jest utrudnione, ponieważ nadmiar wysokości powoduje nadmierne rozciąganie kręgu poza znaki, co utrudnia obliczenia do lądowania. Z tego powodu ustalił się zwyczaj, że krąg czterozakrętowy wykonuje się tylko po uzyskaniu wysokości co najmniej 200 m, natomiast przy wysokościach większych nadmiar może być wykorzystany na wykonanie okrążeń w rejonie pierwszego i drugiego zakrętu (rys. 44).

Krąg dwuzakrętowy wykonuje się, gdy wysokość jest mniejsza od 200 m, a nawet wtedy, gdy jest ona mniejsza od 150 m, lecz wówczas konieczne jest wczesne wykonanie drugiego zakrętu, zmuszające niekiedy do lądowania z przełotem. Jeżeli chcemy wykonać krąg dwuzakrętowy z wysokości znacznie przekraczającej 150 m, wówczas jej nadmiar trzeba wytracić w okrążeniach nad wyciągarką (rys. 45). Jeżeli podczas krążenia, przed wykonaniem kręgu, silny wiatr znosi szybowiec, to okrążenia należy przerwać najpóźniej w chwili zniesienia szybowca nad

Przykładowy schemat lotu po kręgu czterozakrętowym przy wzlocie za wyciągarką

Przykładowy schemat lotu po kręgu czterozakrętowym przy wzlocie za wyciągarką.

Uwaga: start i lądowanie z wiatrem czołowo-bocznym z lewej strony

Z drugiego zakrętu należy wyprowadzić szybowiec rozbieżnie do linii znaków o spodziewany kąt znoszenia

1. Zbliżając się do obranego miejsca zakrętu oceniać kąt wysokości odczytywać wysokość i opadanie.
2. Ustalić prędkość zakrętu, przejrzeć przestrzeń i wprowadzić w zakręt.

1. Sprawdzić prędkość i opadanie.
2. Obrać linię kierunkową prostopadłą do linii znaków.
3. Ustalić właściwy kąt trawersowania.
4. Odczytać wysokość, opadanie, ocenić kąt wysokości i ustalić prowizorycznie miejsce 2. zakrętu

1. Z zakrętu wyprowadzić przed kierunkiem 90° uwzględniając KZ
2. Patrząc na tarczowego sprawdzić odczepienie liny!!!

UWAGA

1. Sprawdzić prędkość i opadanie.
2. Obrać linię kierunkową równoległą do linii znaków.
3. Przyjąć właściwy kąt trawersowania.
4. Odczytać wysokość i opadanie, sprawdzić kąt wysokości i ocenić, czy nie należy zacieśnić lub rozszerzyć kręgu.

Lot z boczno-czołowym wiatrem – V_{opt} +5 lub 10 km

1. Odczepić się trzykrotnie ciągnąc za gałkę zaczepu.
2. Ustalić pochylenie odpowiadające prędk. zakr.
3. Odczytać wskazanie wysokościomierza i zadecydować o rodzaju kręgu.
4. Sprawdzić i poprawić prędkość Przejrzyć przestrzeń i obrać kierunek 90° w lewo.
5. Wprowadzić w zakręt.

1 Odczytać wysokość i opadanie, sprawdzić kąt wysokości.
2. Prowizorycznie obrać miejsce 3. zakrętu
3. Sprawdzić i skorygować kierunek lotu.

Lot z tylno-bocznym wiatrem – V_{opt}

Uwagę dzielić między:
1. zachowanie kierunku i prędkości,
2. kontrolę wysokościomierza, wariometru i kąta wysokości

Uwaga.
Przy obliczaniu należy uwzględnić znoszenie do tyłu w trzecim zakręcie. Przed wprowadzeniem sprawdzić prędkość i przestrzeń.

Z 3. zakrętu wyprowadzic po przejściu kierunku prostopadłego do linii znaków o spodziewany kąt znoszenia.

Przy ocenie miejsca rozpoczęcia 4. zakrętu trzeba mieć na uwadze rozciąganie go przez tylno-boczny wiatr. UWAGA: przed wprowadzeniem sprawdzić prędkość i przestrzeń

1. Nadmiar wysokości wytracać hamulcami.
2. Znoszenie eliminować ześlizgiem nakierunkowym.
3. Zachować prędkość V_{opt} +10km

Nawracanie

Hamulce

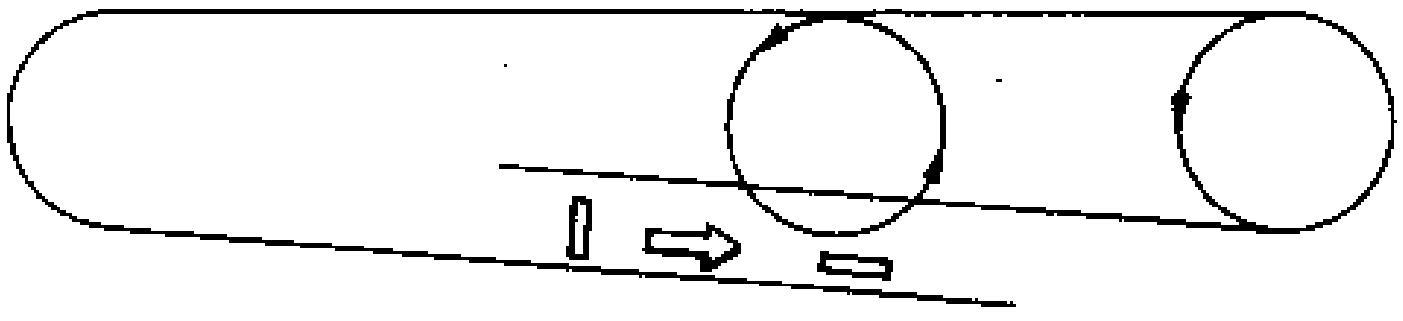
Odwracanie

UWAGĘ DZIELIĆ MIĘDZY:
1. zachowanie prędkości i odpowiedniego kąta trawersowania,
2. kontrolę wysokościomierza wariometru i kąta wysokości.
3. zbliżanie się do linii znaków. W razie konieczności POPRAWIĆ OBLICZENIE nawracaniem odwracaniem, otwarc. hamulców.

1. W razie konieczności zejście poprawić zmianą przechylenia.
2. Przy wprowadzeniu zostawić niewielkie przechylenie.
3. Nie otwierać hamulców zaraz po wyprowadzeniu.

Lot z boczno-tylnym wiatrem – V_{opt}

znak lądowania. Gdy krąg rozpoczynamy znad znaków lądowania z wysokości właściwej dla danego rodzaju kręgu, to należy przed wykonaniem pierwszego zakrętu polecieć w kierunku wyciągarki, na połowę odległości między znakami a nią i tam dopiero rozpocząć wykonanie zakrętu.



Rys. 45. Wytracanie nadmiaru wysokości okrążeniami na trasie kręgu dwuzakrętowego

U w a g a ! Przy wykonywaniu kręgu nadlotniskowego stosuje się w zakrętach przechylenie 30°, a prędkość zwiększoną o 5 ÷ 10 km/h ponad prędkość optymalną szybowca.

3. Technika wykonania kręgu czterozakrętowego

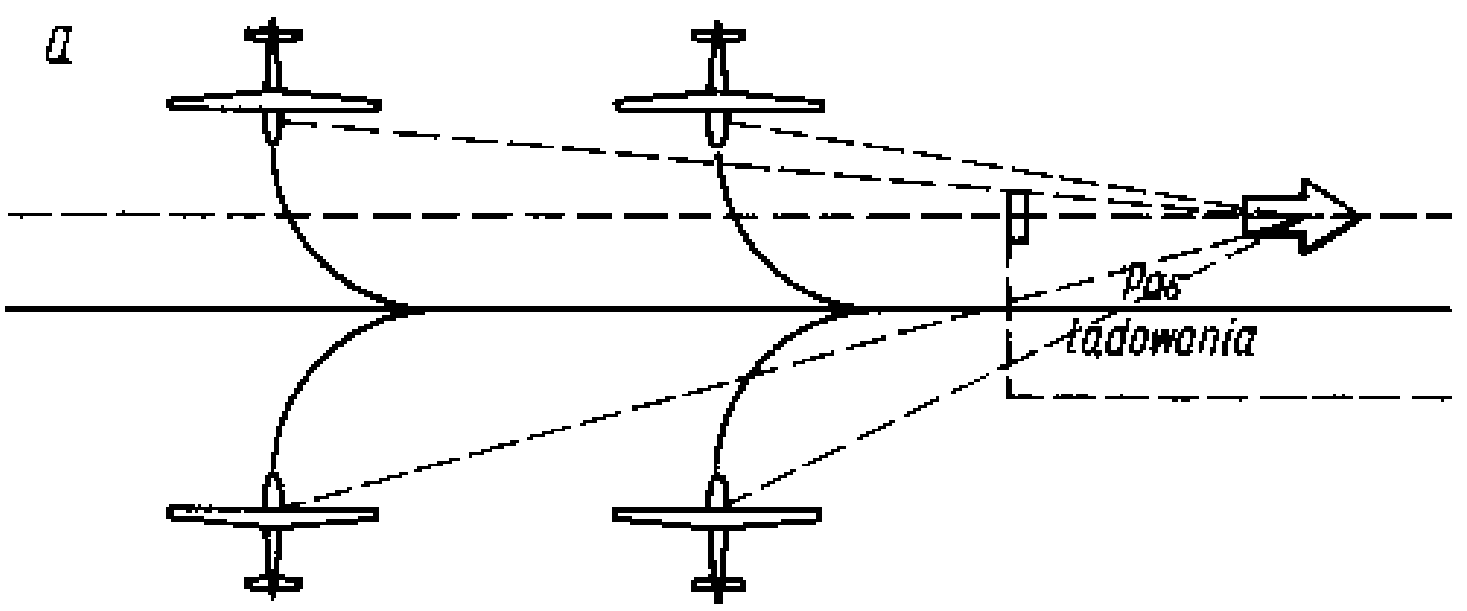
Tablica 1 przedstawia schemat lotu po trasie prostokątnej.

Po odczepieniu liny wyciągarkowej należy ustalić pochylenie szybowca odpowiadające prędkości optymalnej, odczytać wysokość i zadecydować o rodzaju kręgu. Jeżeli uzyskana wysokość pozwala na wykonanie kręgu czterozakrętowego, należy wykonać zakręt o niespełna 90° (90° minus przewidywany kąt znoszenia), spojrzeć na start i sprawdzić, czy tarczowy nie daje znaku o nieodczepieniu liny wyciągarkowej, a następnie ocenić kąt wysokości w celu ustalenia długości drugiego boku. Z kolei, według obiektów obranych przed wprowadzeniem szybowca w zakręt, trzeba sprawdzić, czy szybowiec nie jest znoszony przez wiatr, po czym należy ponownie ocenić kąt wysokości, odczytać wysokość i ostatecznie ustalić miejsce drugiego zakrętu.

Z drugiego zakrętu szybowiec należy wyprowadzić równolegle do linii znaków. W przypadku bocznego wiatru, należy od razu przy wyprowadzaniu z zakrętu uwzględnić kąt znoszenia. Po sprawdzeniu kąta wysokości i odczytaniu wskazań wysokościomierza oraz wariometru należy obrać daleko położone obiekty terenowe tworzące linię kierunkową równoległą do znaków. Po tej czynności trzeba sprawdzić, czy szybowiec nie jest znoszony przez boczny wiatr. Dolatując do znaków trzeba znów skontrolować wysokość, ocenić kąt wysokości i ustalić w przybliżeniu

przewidywane miejsce trzeciego zakrętu. W razie wątpliwości co do posiadania zapasu wysokości, należy zmienić kierunek lotu o kilkanaście stopni w stronę znaków. Po przeleceniu znaków należy często kontrolować zapas wysokości według wskazań wysokościomierza i oceny kąta wysokości.

Aby nie dopuścić do powstania błędów spowodowanych odwróceniem uwagi od sterowania, trzeba po każdym spojrzeniu na znaki kontrolować kierunek lotu według obranych obiektów i sprawdzać prędkość. W celu uniknięcia zakłóceń w sterowaniu podczas odwracania głowy



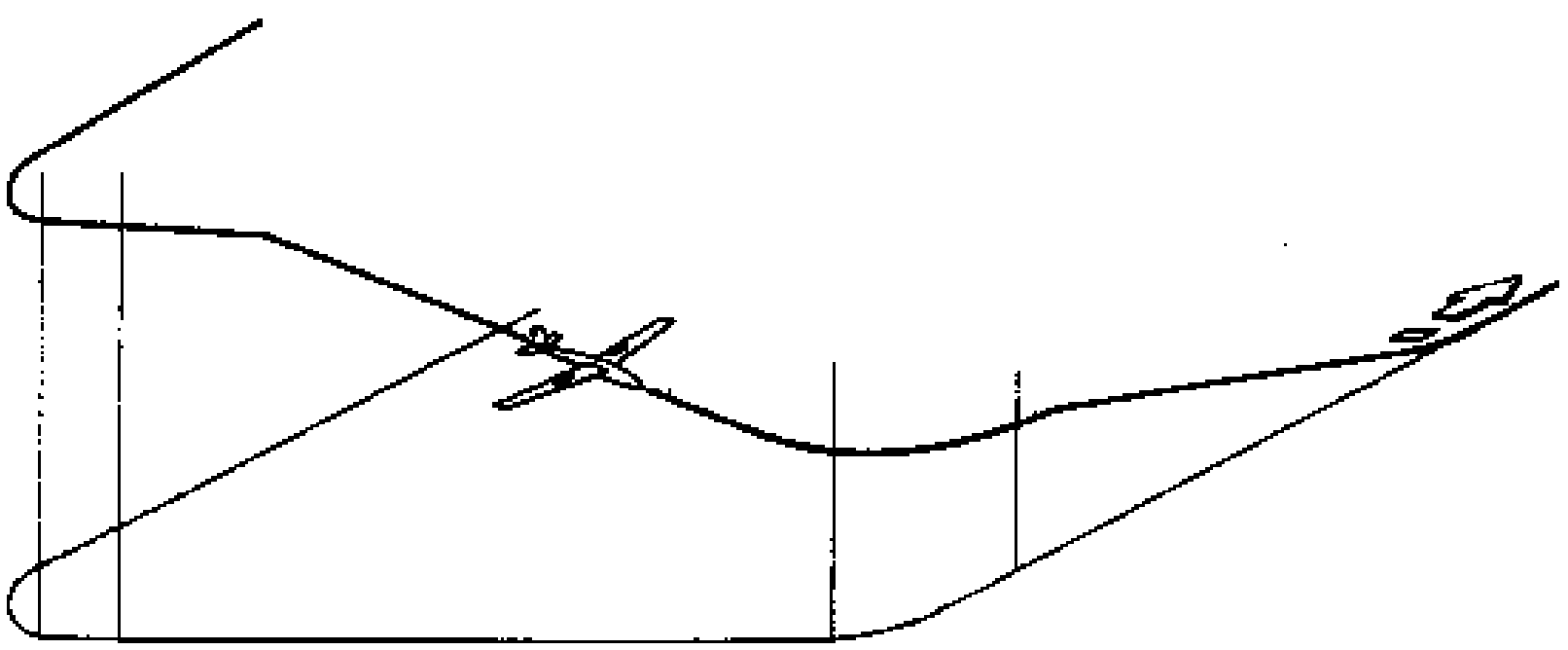
Rys. 46. Podejście do lądowania w kręgu czterozakrętowym
a – schemat oceny momentu rozpoczęcia czwartego zakrętu, *b* – „nawracanie" i „odwracanie" w celu poprawienia obliczenia

w bok i w tył, dobrze jest spoglądać na znaki pochylając nieco głowę do przodu. Należy również odczytywać wariometr, gdyż wskazanie zwiększonego opadania przyspieszy decyzję wykonania zakrętu.

U w a g a ! Wskazanie przez wariometr wznoszenia lub lotu bez straty wysokości nie upoważnia do przesuwania miejsca wykonania zakrętu do „tyłu", dalej od granic lotniska.

Ustalając miejsce wykonania trzeciego zakrętu trzeba pamiętać, że jest on rozciągany przez wiatr. W razie wiatru bocznego wiejącego do znaków, trzeba mieć na uwadze możliwy spadek prędkości w chwili wyprowadzania z zakrętu. Trzeci zakręt wykonuje się o kąt większy niż 90°, przewidując znoszenie po jego wykonaniu. Podczas lotu wzdłuż czwartego boku należy często oceniać kąt wysokości, odczytywać wskazania prędkosciomierza, kontrolować prostopadłość toru lotu do linii znaków i usuwać odchylenia. Na boku tym może być konieczne poprawienie obliczenia do lądowania.

Niedolot poprawiamy przez tzw. nawracanie, tj. przybliżenie się do znaków, które w zasadzie nie powinno przekraczać 30° (rys. 46). Dozwolony jest jednak dolot na ukos do lotniska w razie groźby niedolotu. Nadmiar wysokości można wytracać otwarciem hamulców (rys. 47), ześlizgiem



Rys. 47. Wytracanie hamulcami nadmiaru wysokości przed czwartym zakrętem

lub tzw. odwracaniem, nie przekraczającym jednak 30°. Przy silnym wietrze odwracanie należy wykonywać tylko przez wycofanie poprawki kursowej na wiatr.

Miejsce rozpoczęcia czwartego zakrętu powinno być tak wybrane, aby po wprowadzeniu na prostą szybowiec znalazł się na przedłużeniu pasa lądowania (rys. 46*a*). Wykonując czwarty zakręt trzeba uwzględnić ewentualny boczny wiatr, który rozciąga lub zacieśnia ten zakręt. Gdy podczas wykonywania czwartego zakrętu spostrzeżemy, że szybowiec zostanie wyprowadzony z boku pasa lądowania, można zwiększyć lub zmniejszyć promień zakrętu

przez zmniejszenie lub zwiększenie przechylenia, nie należy jednak przekraczać 45°.

Podczas szybowania po ostatnim zakręcie wprowadza się ostateczne poprawki w obliczeniu do lądowania. Oczywiście, jest możliwe tylko poprawienie przelotu. Po wyprowadzeniu z ostatniego zakrętu należy przez chwilę lecieć z zamkniętymi hamulcami (chyba że zapas wysokości jest oczywisty), aby ocenić kąt szybowania. Wskaźnikiem oceny tego kąta są pionowe ruchy dolnego ogranicznika w stosunku do maski szybowca. Obniżanie się jego świadczy o rezerwie wysokości, którą trzeba wytracić otwarciem hamulców aerodynamicznych. Równocześnie z otwieraniem hamulców należy zwiększyć nieco pochylenie w celu zachowania zwiększonej prędkości.

Ruch ogranicznika w górę w stosunku do maski świadczy o szybowaniu z niedolotem. W takim przypadku hamulce należy przymykać zmniejszając jednocześnie pochylenie, aby nie dopuścić do rozpędzenia się szybowca. Gdy ogranicznik wychodzi do góry podczas lotu z zamkniętymi hamulcami, świadczy to, że nie dolecimy do znaków. Jeżeli szybowiec znajduje się wówczas przed lotniskiem, a przeszkody na skraju lotniska nie gwarantują bezpiecznego przelotu, może się okazać celowe otwarcie hamulców i lądowanie na przedpolu. Gdy niedolatujący szybowiec znajduje się nad lotniskiem, należy kontynuować szybowanie z zamkniętymi hamulcami i przed lądowaniem, na wysokości ok. 5 m, otworzyć je do połowy.

W razie przelotu, którego nie da się zlikwidować nawet pełnym otwarciem hamulców, należy kontynuować lot wzdłuż pasa lądowania z pełnymi hamulcami do wysokości 5 m, na której należy je przymknąć do połowy. Nie wolno próbować skrócenia lotu duszeniem szybowca, zakrętami i ześlizgiem, chyba że nadmiar wysokości zmusiłby do lądowania za lotniskiem. Wówczas środki zaradcze w postaci ześlizgu połączonego z otwarciem hamulców lub dwu zmian kierunku o 45°, czy nawet o 90°, należy podjąć odpowiednio wcześnie, na bezpiecznej wysokości.

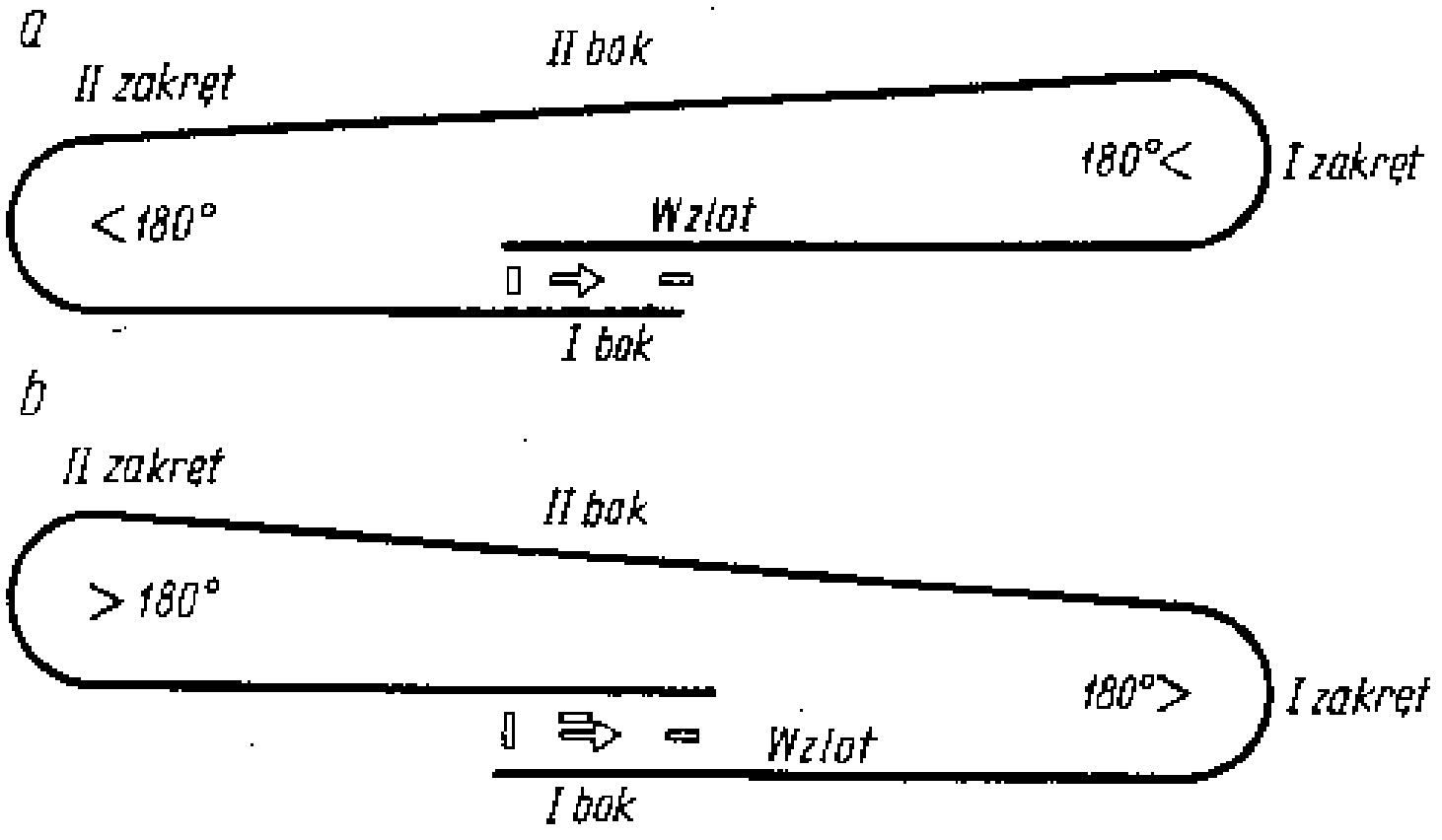
Znoszenie przez boczny wiatr eliminuje się podczas szybowania ześlizgiem kierunkowym. Gdyby jednak potrzebne przechylenie miało nadmiernie zwiększyć kąt szybowania, wtedy należy eliminować znoszenie niewielkim ześlizgiem i trawersem jednocześnie.

U w a g a ! Podczas szybowania należy zachować prędkość zwiększoną w stosunku do optymalnej o 10 ÷ 20 km/h, zależnie od prędkości czołowego wiatru i stopnia otwarcia

hamulców aerodynamicznych. Nadmierne zwiększenie prędkości jest najczęściej skutkiem usiłowania poprawienia dużego przelotu pochylaniem szybowca lub niezmniejszeniem pochylenia przy zamykaniu hamulców i powoduje przedłużenie profilu lądowania oraz możliwość falowania. Zbyt mała prędkość jest najczęściej skutkiem reagowania na objawy niedolotu zmniejszeniem pochylenia (bardzo częsty błąd) lub otwierania hamulców bez zwiększenia pochylenia. Mała prędkość powoduje trudno zauważalne dla pilota zwiększenie kąta szybowania i może być przyczyną przepadnięcia lub nawet zwalenia się szybowca na skrzydło, a także utrudnia przeciwdziałanie bocznemu wiatrowi.

4. Technika wykonania kręgu dwuzakrętowego

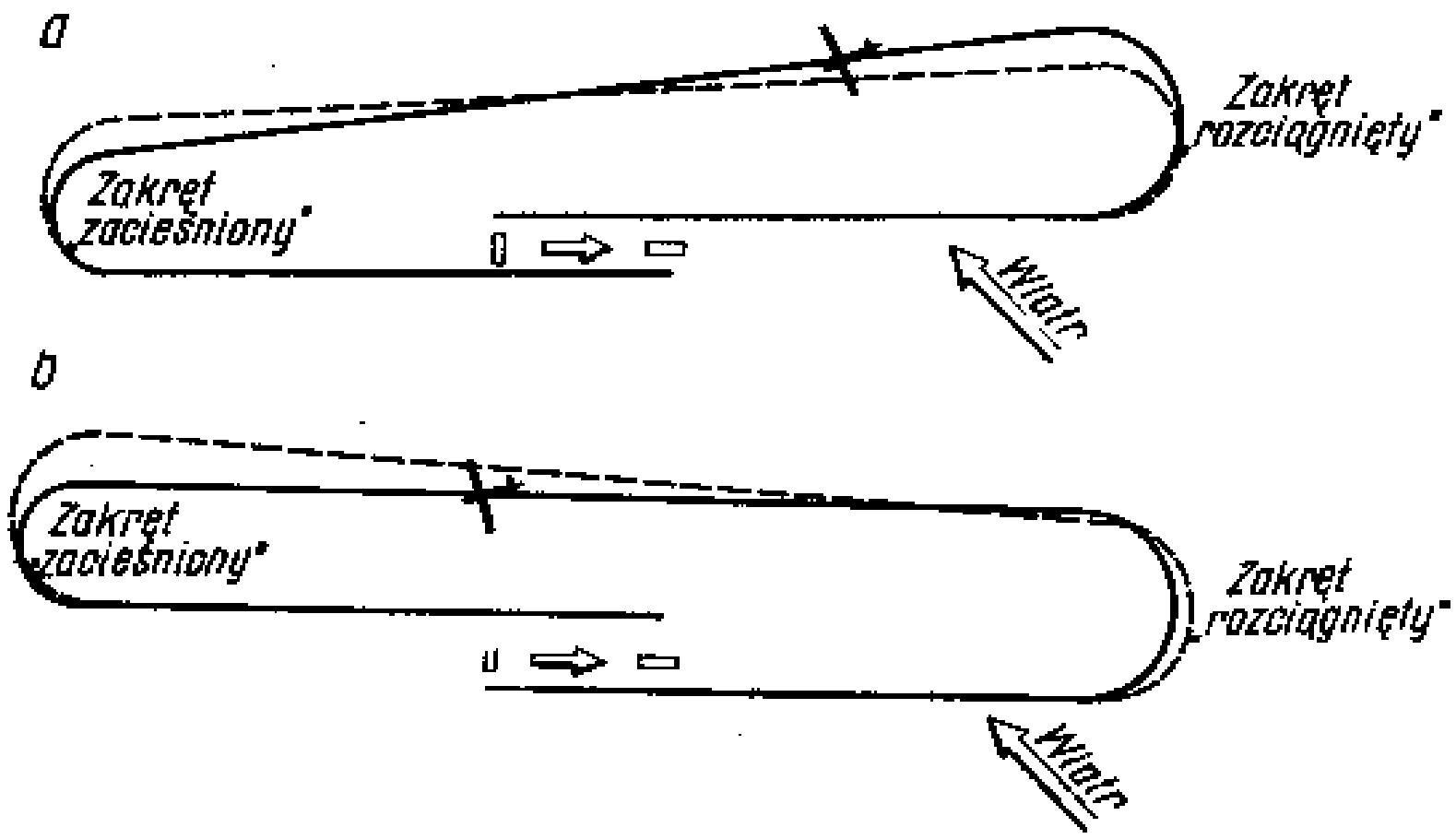
Podział uwagi pilota i czynności wykonywane w locie po kręgu dwuzakrętowym są analogiczne jak przy kręgu czterozakrętowym. Dlatego też ograniczymy się do podania istotnych różnic w technice wykonania tych dwu rodzajów kręgu. Przedstawione na rysunku 48 dwa sche-



Rys. 48. Elementy kręgu dwuzakrętowego

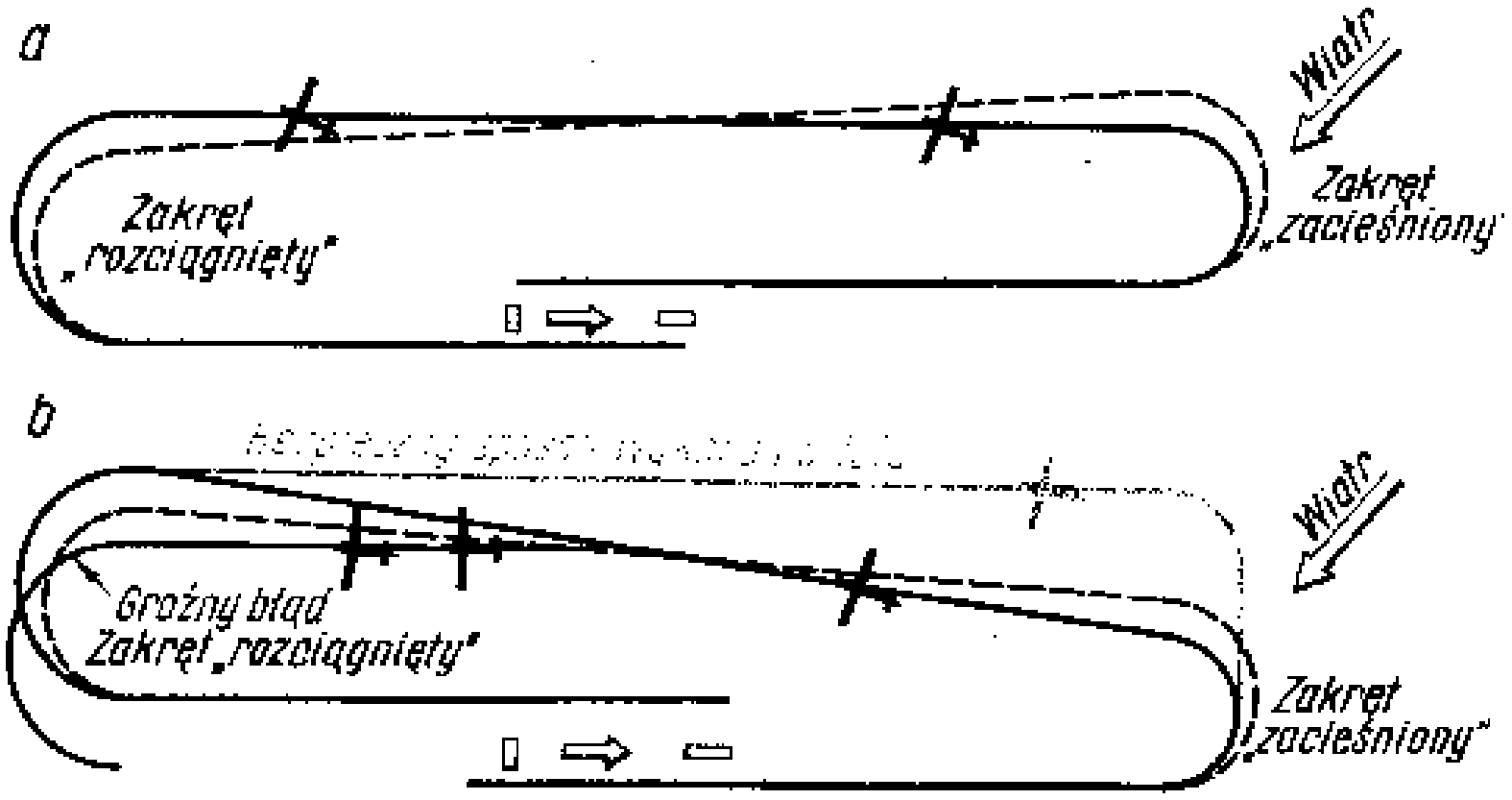
maty kręgu dwuzakrętowego różnią się tym, że w schemacie *a* pas lądowania leży po przeciwnej stronie znaków niż krąg, natomiast w schemacie *b* — po tej samej stronie co krąg. Po wykonaniu pierwszego i drugiego zakrętu z jednakowym przechyleniem, a więc o jednakowym promieniu, drugi bok kręgu musi być nierównoległy do znaków: w schemacie *a* nieco zbieżny, a w schemacie *b* — nieco rozbieżny z linią znaków.

Jeżeli boczny wiatr odnosi szybowiec od znaków na drugim boku, to nie utrudnia on specjalnie wykonania kręgu (rys. 49). Stwarza jedynie konieczność zwiększenia pochylenia w pierwszym zakręcie i zmniejszenia w dru-



Rys. 49. Wpływ bocznego wiatru odnoszącego od znaków na krąg dwuzakrętowy

gim, szczególnie wyraźnie w schemacie *a*. Wiatr boczny nanoszący szybowiec na znaki na drugim boku utrudnia znacznie wykonanie kręgu dwuzakrętowego (rys. 50). Szczególnie jeżeli krąg wykonywany jest wg schematu *b*, boczny wiatr stwarza możliwość wyprowadzenia szybowca na pas startu zamiast na pas lądowania przez rozciąganie drugiego zakrętu. Aby tego uniknąć, dobrze jest w miejsce



Rys. 50. Wpływ bocznego wiatru nanoszącego na znaki na krąg dwuzakrętowy

pierwszego zakrętu o 180° wykonać dwa następujące po sobie zakręty o 90° i nie dopuścić do zniesienia szybowca na znaki.

Po przeleceniu znaków na drugim boku nie należy dopuszczać do zmiany kierunku lotu w stronę linii znaków, gdyż zmusza to do wykonania drugiego zakrętu z dużym przechyleniem i utrudnia wyprowadzenie szybowca na pas lądowania. Podczas wykonywania drugiego zakrętu o 180°, po obróceniu się szybowca o 90°, należy ocenić, czy szybowiec zostanie wyprowadzony wprost na pas lądowania i w miarę potrzeby — rozluźnić lub zacieśnić zakręt przez zmianę przechylenia.

U w a g a ! W razie rozpoczynania kręgu z małej wysokości może powstać konieczność wykonania zakrętu wcześniej niż wynikałoby to z oceny kąta wysokości, nawet przed linią znaków. Jest to podyktowane względami bezpieczeństwa, które nakazują wykonać zakręt tak, aby wyprowadzenie z niego nastąpiło na wysokości nie mniejszej niż 50 m. Dlatego zakręt o 180° należy rozpocząć nie niżej jak 70 m, chyba że groziłoby to przekroczeniem podczas lądowania przeciwległego skraju lotniska.

Rozdział VI

LOT HOLOWANY ZA SAMOLOTEM

Jakkolwiek działanie sterów w locie holowanym za samolotem jest niemal identyczne z działaniem sterów w locie wolnym, to jednak między techniką sterowania szybowcem w obu rodzajach lotu zachodzą istotne różnice. Wynikają one z tego, że w locie holowanym biorą udział szybowiec i samolot, lecące bardzo blisko siebie i złączone liną holowniczą. Szybowiec w locie holowanym musi powtarzać dokładnie manewry samolotu, poruszając się po tym samym torze co i on.

W przeciwnym razie różnice w torach lotu samolotu i szybowca powodują powstawanie na obu statkach powietrznych momentów sił utrudniających sterowanie (szczególnie pilotowi samolotu). Zluźnienia liny holowniczej wskutek „doganiania" samolotu przez szybowiec w wyniku nieprawidłowego sterowania stają się przyczyną szarpnięć i mogą w krańcowym przypadku doprowadzić do zerwania liny.

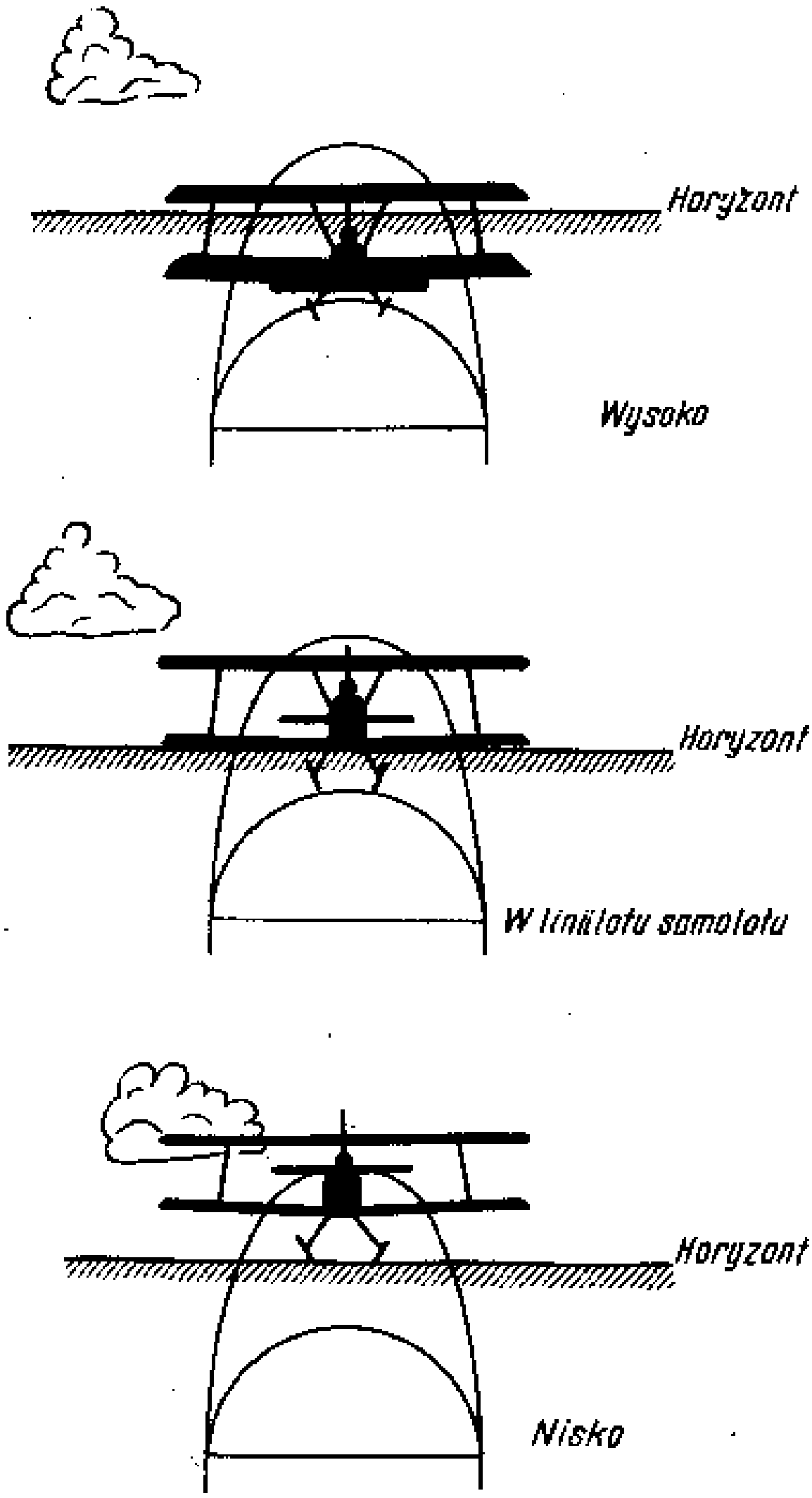
W locie holowanym podstawowym układem odniesienia dla oceny położenia szybowca staje się samolot. Dlatego też sterowanie podłużne szybowcem polega na utrzymaniu wysokości, a nie prędkości, jak w locie wolnym. Szczególnego znaczenia nabiera utrzymanie równowagi poprzecznej na szybowcu, ponieważ każdy zwis, od chwili powstania do chwili usunięcia, powoduje przesunięcie boczne szybowca, niezauważalne w locie wolnym, a jaskrawo widoczne i komplikujące pilotaż w locie holowanym. Również skutki niezrównoważenia momentu kierunkowego lotek są bardziej widoczne niż w locie wolnym. Z tych względów, przed przystąpieniem do lotów holowanych, należy dokładnie zapoznać się z zasadami sterowania na holu, pamiętając, że lot za samolotem wymaga nawet od doświadczonego szybownika bardzo dużej mobilizacji uwagi.

1. Lot holowany po prostej

Podczas lotu holowanego po prostej należy zachować stałą wysokość lotu, równowagę poprzeczną i kierunek.

Utrzymanie wysokości lotu. Ocenę wysokości lotu względem samolotu holującego można prowadzić tylko w oparciu o obserwację położenia samolotu. Możliwe są przy tym następujące sposoby kontroli wysokości lotu:

1) obserwacja zmian położenia samolotu holującego w stosunku do horyzontu (rys. 51),



Rys. 51. Ocena wysokości szybowca w stosunku do samolotu w locie holowanym

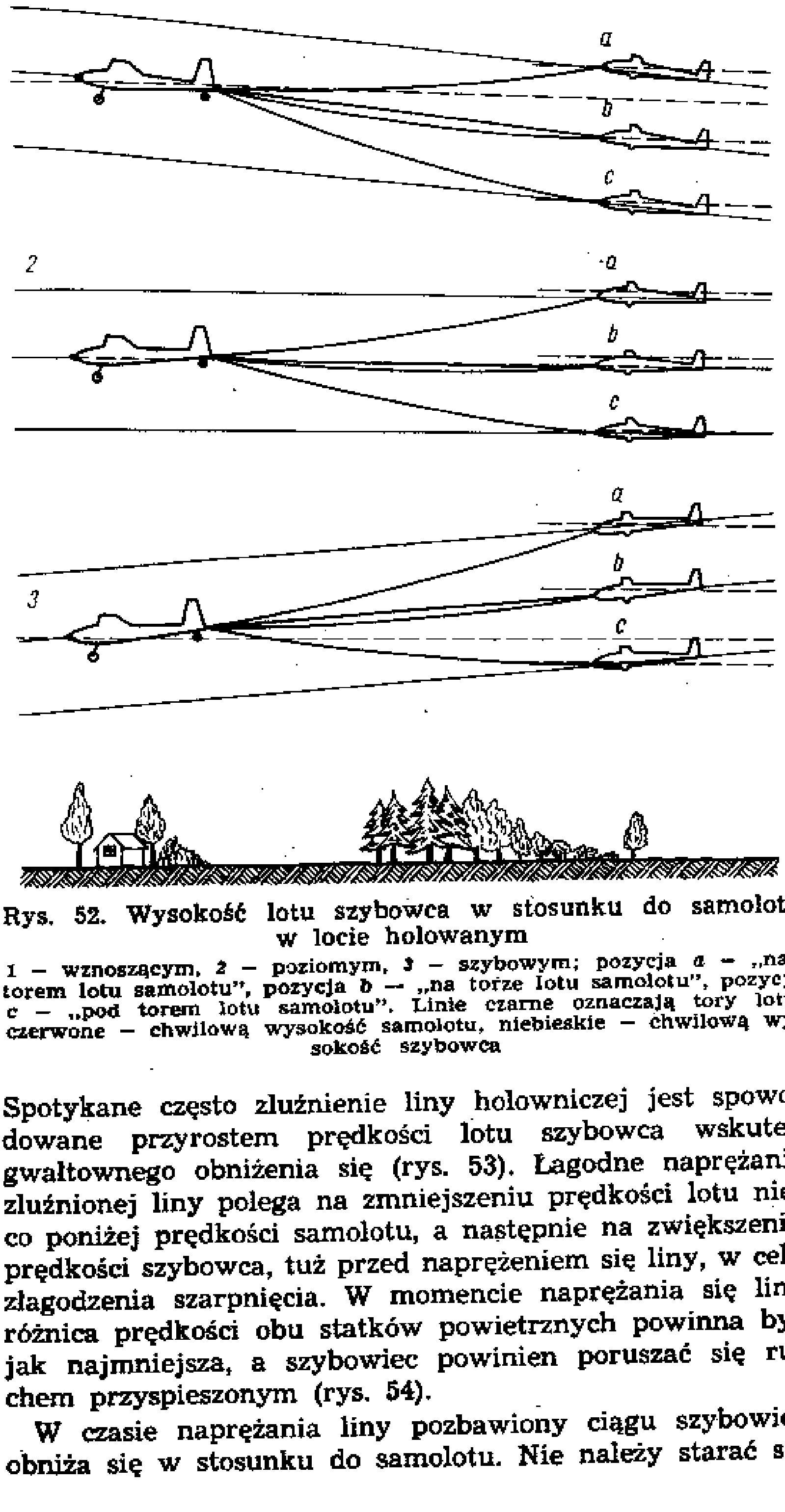
2) obserwacja zmian wzajemnego położenia poszczególnych części samolotu holującego (np. wzajemnego położenia statecznika poziomego i skrzydła),
3) obserwacja położenia sylwetki samolotu w stosunku do maski szybowca.

Doświadczony pilot ocenia wysokość lotu wszystkimi trzema sposobami jednocześnie. Ocena wysokości lotu przy niewidocznym horyzoncie jest możliwa tylko drugim lub trzecim sposobem. Przy nauce zaleca się stosowanie początkowo pierwszego sposobu, a następnie dwóch pozostałych.

Utrzymanie wysokości polega na reagowaniu na dostrzeżone tendencje do jej zmian bardzo delikatnymi, podwójnymi ruchami, a właściwie naciskami na ster wysokości, przy czym odmiennie niż w locie wolnym, zarówno ruchy od siebie, jak i na siebie muszą być jednakowo delikatne. Poprawiając duże odchylenia wysokości nie należy powodować gwałtownych jej zmian (stosować małe ruchy sterem powodujące powolne przesuwanie się sylwetki samolotu w stosunku do linii horyzontu). W chwili dochodzenia szybowca do właściwego położenia należy wykonać przeciwny ruch sterem w celu powstrzymania dalszej zmiany wysokości. Ruch ten musi być tym szybszy, im szybsza jest zmiana położenia.

Utrzymanie wysokości ułatwia znacznie wyważenie szybowca klapką wyważającą (dźwignia klapki przeważnie ustawiona jest w położeniu „ciężki na łeb"). W razie konieczności wywierania siły odpychającej na drążek, dobrze jest sterować oburącz, przy czym prawa ręka reguluje wielkość i kierunek ruchu, a lewa służy tylko do wywierania nacisku.

Jeżeli szybowiec leci dokładnie po torze samolotu, to lot odbywa się wówczas tuż nad strugami zaśmigłowymi samolotu. Przy zachowaniu tego warunku, w locie poziomym szybowiec będzie się znajdował dokładnie na tej samej wysokości co samolot, w locie wznoszącym nieco niżej, a w locie szybowym nieco powyżej samolotu (rys. 52). Utrzymywanie się znacznie wyżej toru samolotu jest uciążliwe dla pilota holującego i może doprowadzić do sytuacji, w której zniżający się szybowiec dogoni samolot. Utrzymywanie się poniżej lotu samolotu prowadzi do wejścia w strumień zaśmigłowy, co przy znacznej mocy silnika może utrudnić sterowanie. Lot w strugach stosuje się jako środek zapobiegający zluźnieniu liny holowniczej w warunkach silnej turbulencji.



Rys. 52. Wysokość lotu szybowca w stosunku do samolotu w locie holowanym

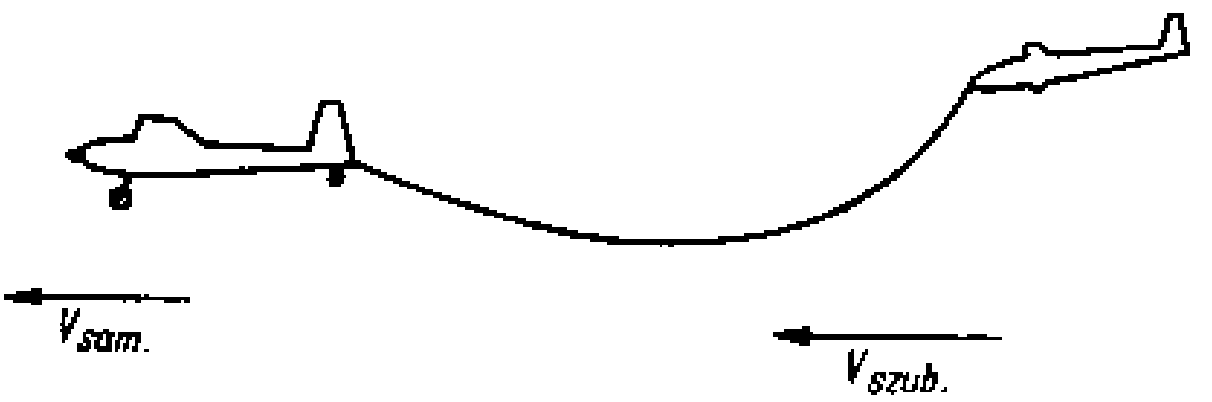
1 — wznoszącym, 2 — poziomym, 3 — szybowym; pozycja a — „nad torem lotu samolotu", pozycja b — „na torze lotu samolotu", pozycja c — „pod torem lotu samolotu". Linie czarne oznaczają tory lotu, czerwone — chwilową wysokość samolotu, niebieskie — chwilową wysokość szybowca

Spotykane często zluźnienie liny holowniczej jest spowodowane przyrostem prędkości lotu szybowca wskutek gwałtownego obniżenia się (rys. 53). Łagodne naprężanie zluźnionej liny polega na zmniejszeniu prędkości lotu nieco poniżej prędkości samolotu, a następnie na zwiększeniu prędkości szybowca, tuż przed naprężeniem się liny, w celu złagodzenia szarpnięcia. W momencie naprężania się liny różnica prędkości obu statków powietrznych powinna być jak najmniejsza, a szybowiec powinien poruszać się ruchem przyspieszonym (rys. 54).

W czasie naprężania liny pozbawiony ciągu szybowiec obniża się w stosunku do samolotu. Nie należy starać się

o utrzymanie wysokości z luźną liną, gdyż zwiększa to różnicę prędkości między samolotem i szybowcem i doprowadza do gwałtownego szarpnięcia z możliwością zerwania liny.

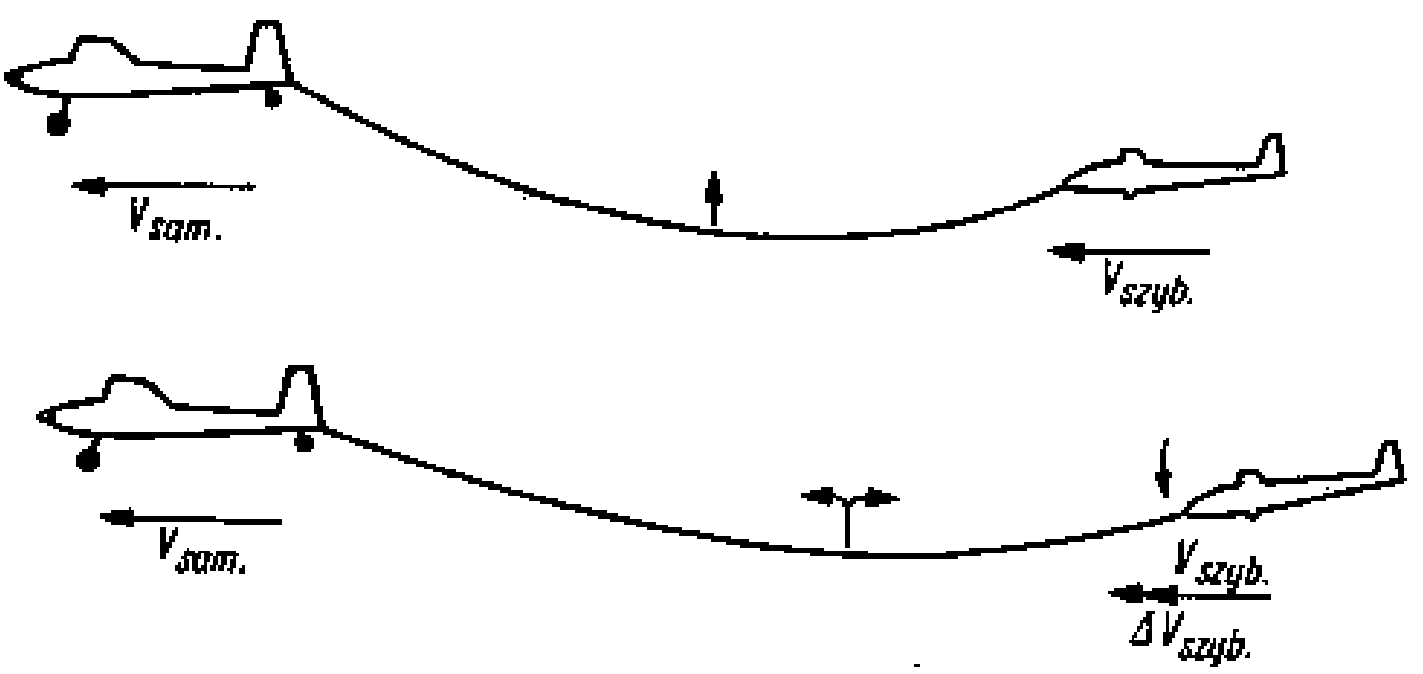
Inny sposób łagodzenia szarpnięcia przy naprężaniu się liny polega na ustawieniu szybowca trawersem w stosunku do osi samolotu. Energia wyładowująca się podczas



Rys. 53. Zluźnienie liny holowniczej

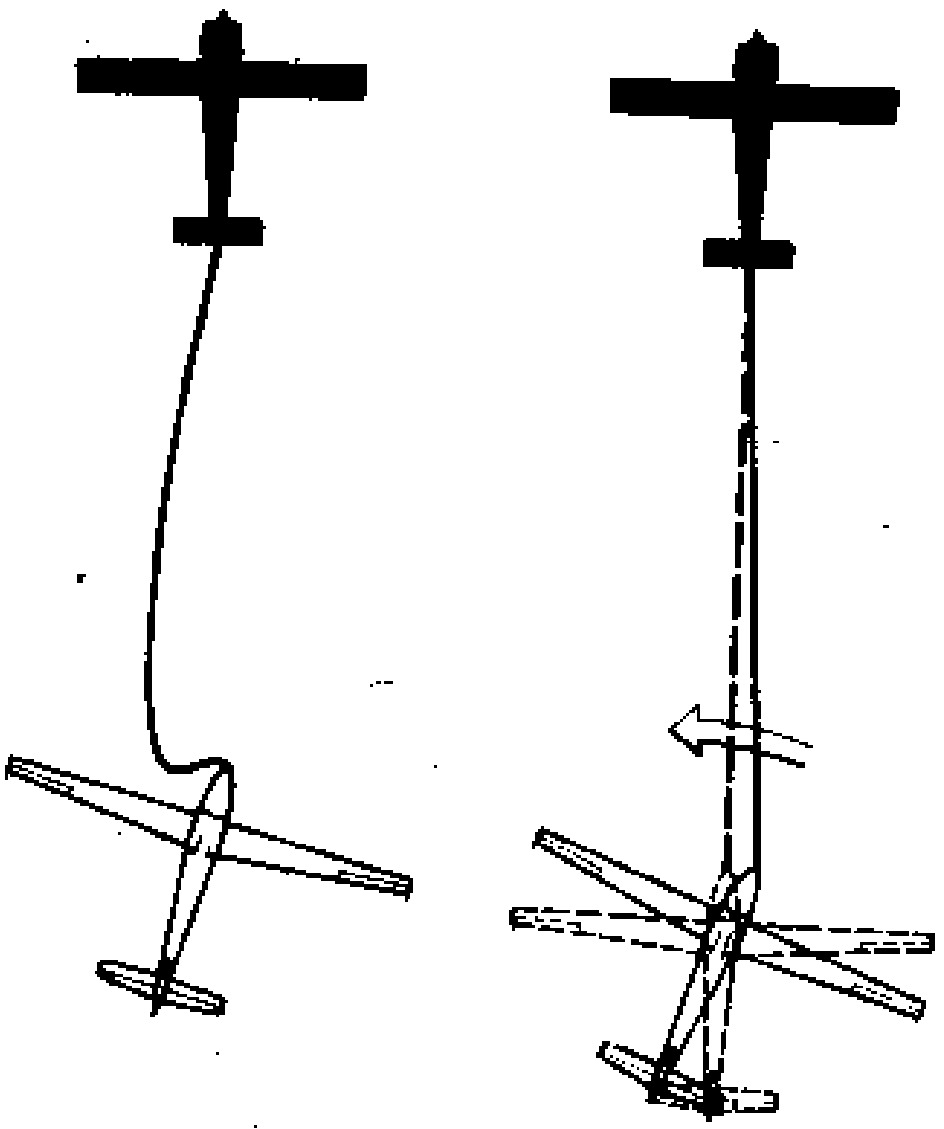
naprężania liny jest pochłaniana przez zwiększony opór aerodynamiczny i bezwładność szybowca przy jego obrocie wokół osi pionowej (rys. 55). Stosowanie tego dość wygodnego sposobu wymaga jednak doświadczenia i swobody w sterowaniu szybowcem na holu. Liny z włókien sztucznych odznaczają się dużą elastycznością, dzięki czemu zapobiegają powstawaniu dużych obwisów liny i łagodzą szarpnięcie.

Utrzymanie równowagi poprzecznej i kierunku. Zachowanie równowagi poprzecznej z racji opisanych wyżej skutków zwisu szybowca jest bardzo ważnym elementem sterowania w locie holowanym. Natychmiastowe wyrównywanie zwisów wymaga dostrzegania minimalnych, kilkustopniowych zwisów w chwili gdy one powstają. W locie holowanym szybowiec jest niemal pozbawiony skłon-



Rys. 54. Naprężenie zluźnionej liny

ności do zakręcania za zwisem (rys. 56), a boczne przesuwanie się w początkowej fazie zwisu jest bardzo powolne. Utrudnia to szybownikowi ocenę równowagi poprzecznej, ponieważ może on dostrzec zwis tylko na podstawie przechylenia maski w stosunku do skrzydeł samolotu, co wymaga ciągłej dokładnej obserwacji.

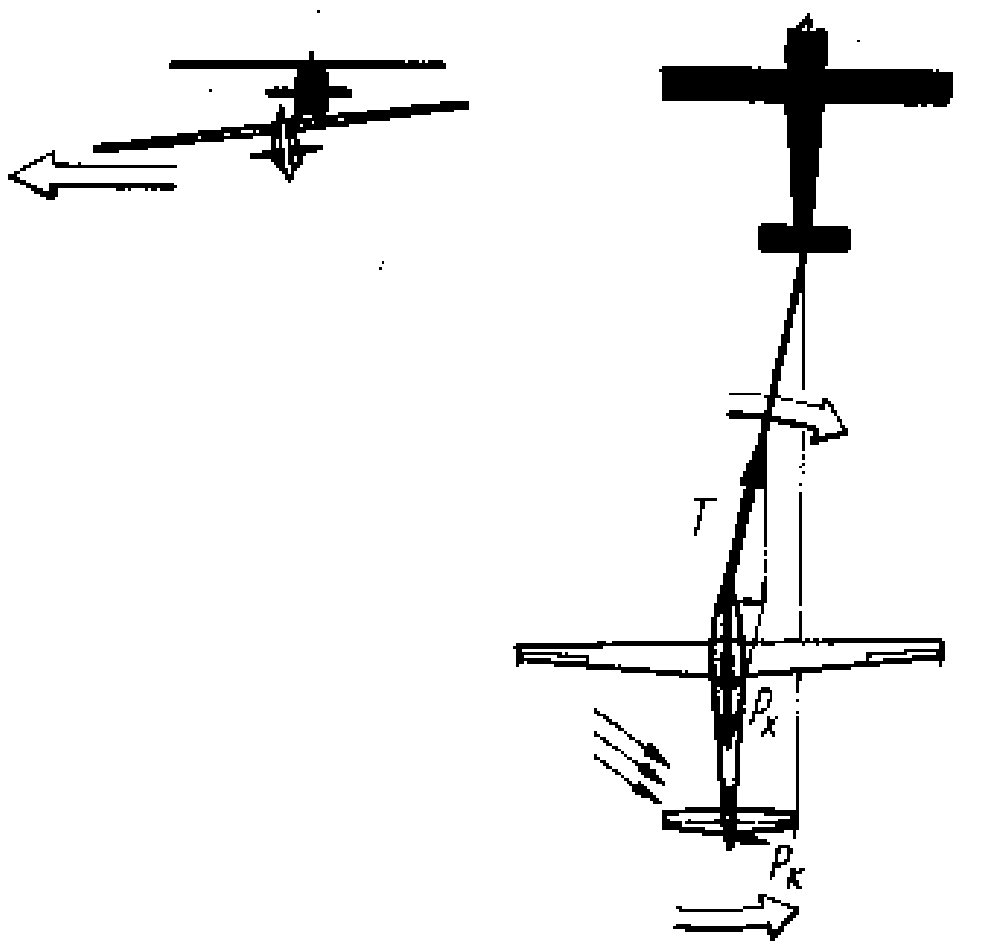


Rys. 55. Naprężanie liny holowniczej trawersem

Na dostrzeżone przechylanie się należy reagować skoordynowanymi zgodnie ruchami lotki i steru kierunku w stronę przeciwną. Ruchy te czasem muszą być duże i długo przetrzymywane, tak długo, jak wymaga tego tendencja do przechylania się szybowca. Szybkość ruchu musi być dostosowana do szybkości powstającego przechylenia, a wychylanie sterów (szczególnie lotek) — trwać aż do wystąpienia reakcji szybowca. Następnie powracaniu szybowca do położenia równowagi lub ustąpieniu tendencji do przechylania się musi towarzyszyć szybkie cofanie steru do neutrum, gdyż bezwładność poprzeczna szybowca jest dość duża.

Reagowanie na zwisy samymi lotkami obniża ich skuteczność i powoduje gwałtowne zmiany kierunku wskutek momentu kierunkowego lotek, stając się przyczyną poprzecznych wahań szybowca połączonych z dużymi przesunięciami bocznymi. Podobny skutek wywołuje niewycofanie w porę wychyleń lotki i steru kierunku pod-

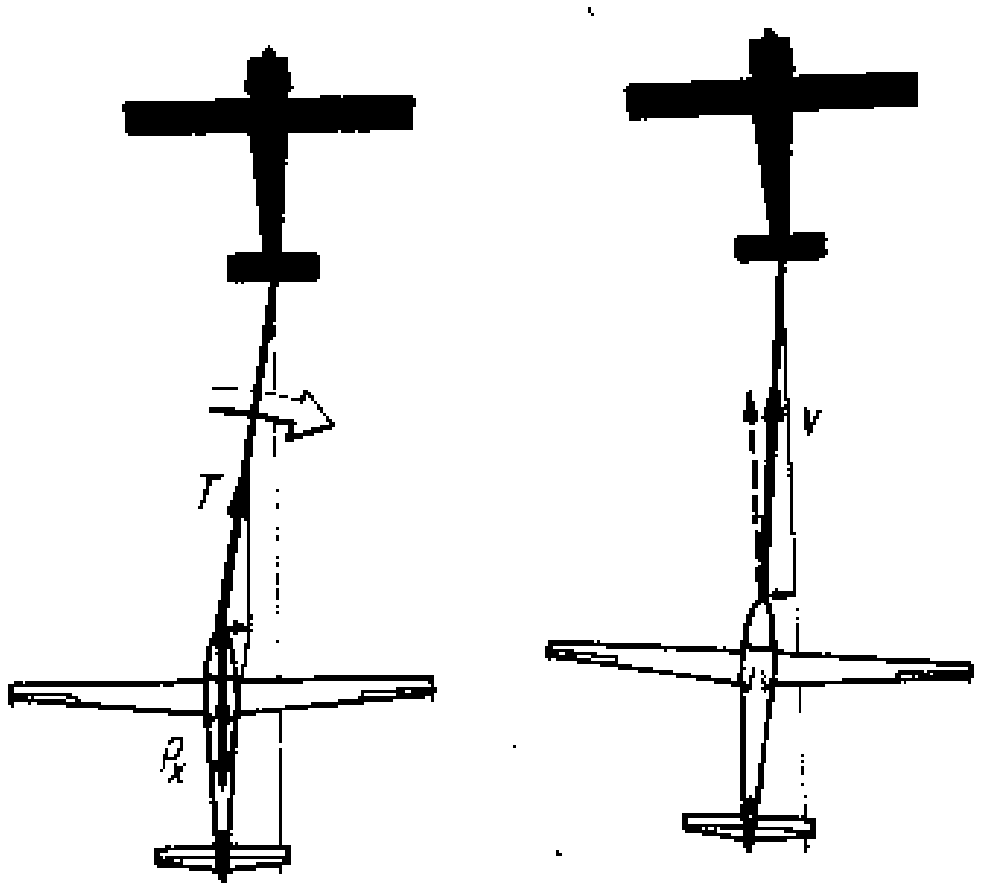
czas podnoszenia się szybowca ze zwisu. Szybowiec nie wstrzymuje wtedy obrotu wokół osi podłużnej i poprzez położenie równowagi przechodzi w przeciwny zwis. Pogłębiające się wahania poprzeczne — jeżeli nie zostaną



Rys. 56. Równoważenie przez linę holowniczą tendencji szybowca do zakręcania w stronę zwisu

w porę stłumione — mogą spowodować konieczność odczepienia lub zerwanie liny.

Stłumienie wahań osiąga się przez energiczne wycofanie sterów do neutrum, a nawet wychylenie ich w stronę przeciwną podczas podnoszenia się szybowca ze zwisu. Przesunięcie boczne spowodowane zwisem należy wyeli-

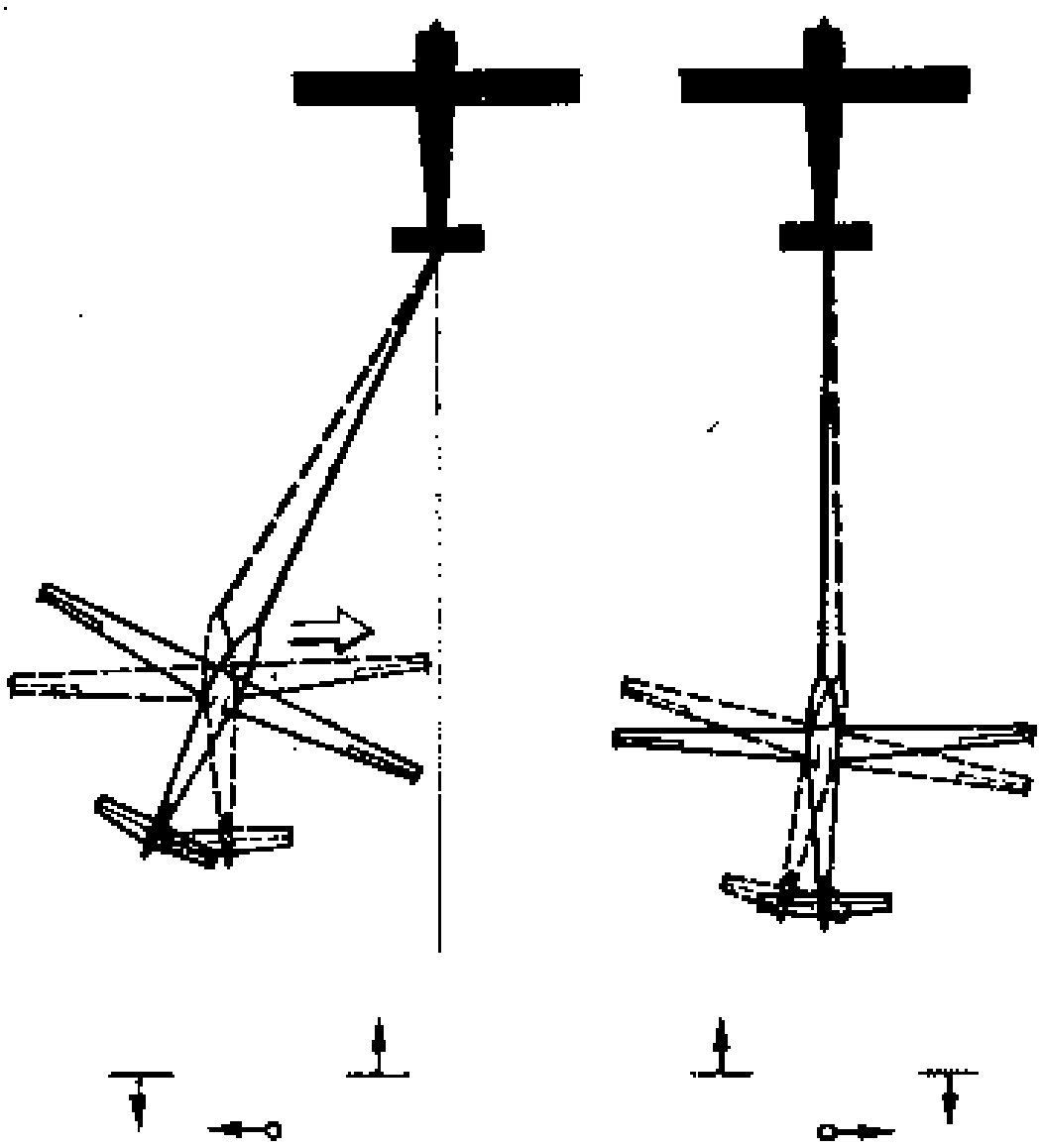


Rys. 57. Samoczynne eliminowanie niewielkiego odchylenia bocznego

minować dopiero po uzyskaniu równowagi poprzecznej. Niewielkie przesunięcia boczne eliminują się samoczynnie wskutek składowej ciągu liny (rys. 57).

Większe przesunięcia boczne można wyeliminować dwoma następującymi sposobami. Jeden ze sposobów polega na skierowaniu maski szybowca płaskim obrotem w stronę ogona samolotu.

W tym celu wychyleniu steru kierunku powinno towarzyszyć przeciwne wychylenie lotki w celu uniknięcia zakręcania. Powoduje to przesuwanie się szybowca na linię osi podłużnej samolotu. Tuż przed osiągnięciem właściwego położenia należy maskę szybowca ustawić takim samym płaskim obrotem w stronę przeciwną, na kierunek wskazywany przez oś podłużną samolotu (rys. 58).



Rys. 58. Eliminowanie odchylenia bocznego zmianą kierunku bez przechylenia

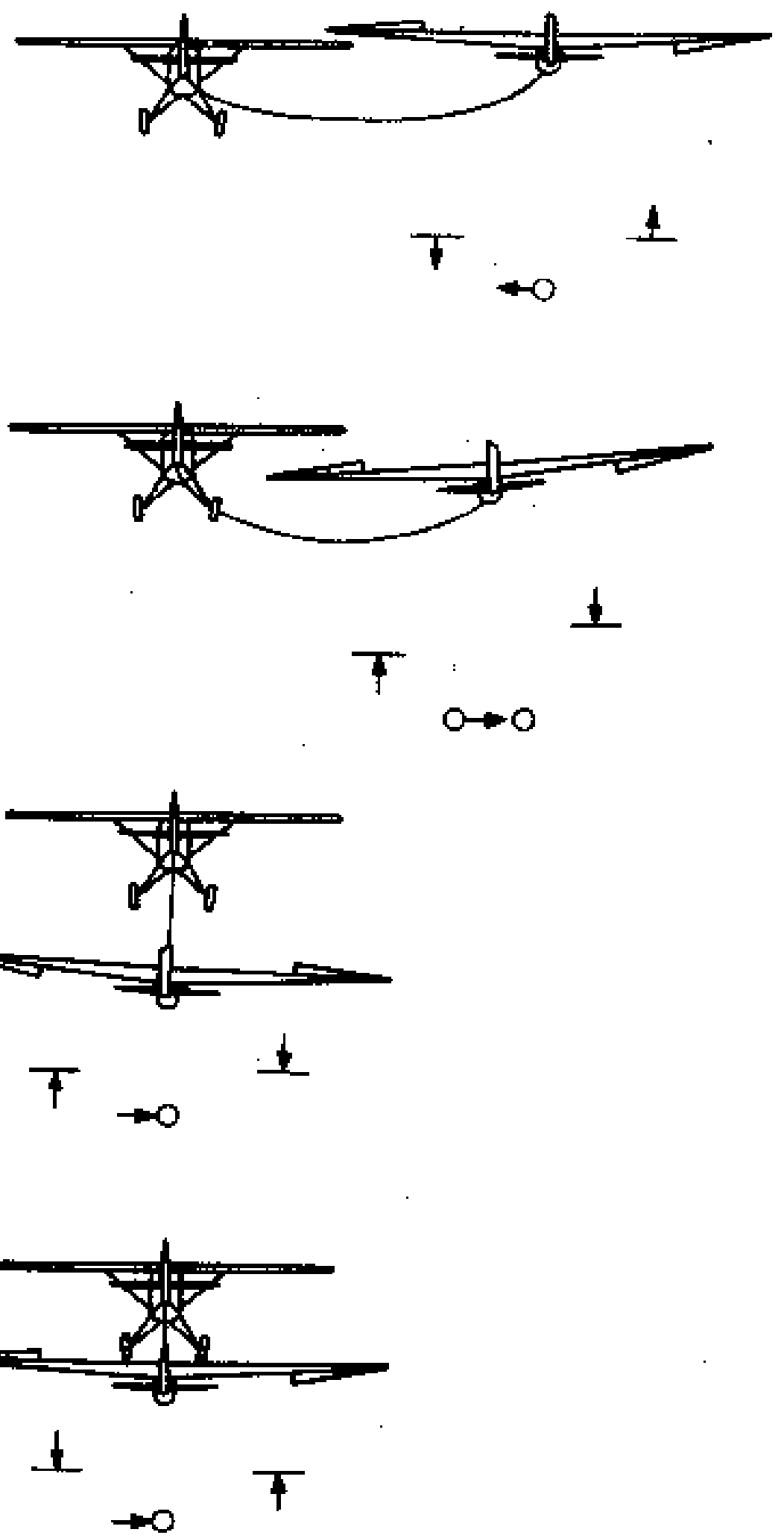
Drugi sposób polega na wykonaniu ześlizgu z bardzo niewielkim przechyleniem (rys. 59). Wyprowadzenie z ześlizgu należy rozpocząć przed osiągnięciem właściwego kierunku, uwzględniając bezwładność szybowca. Przechylenie przy wyprowadzaniu z ześlizgu musi być tym bardziej energiczne, im szybciej szybowiec się przesuwał. Eliminowanie przesunięć bocznych ześlizgiem zaleca się pilotom posiadającym doświadczenie w lotach na holu.

Naprowadzanie szybowca na kierunek łagodnymi zakrętami daje dobre wyniki tylko na szybowcach o dużej ste-

rowności i małej bezwładności poprzecznej oraz w wykonaniu rutynowanych pilotów. W przeciwnym razie prowadzi do wahań poprzecznych.

2. Zakręt w locie holowanym

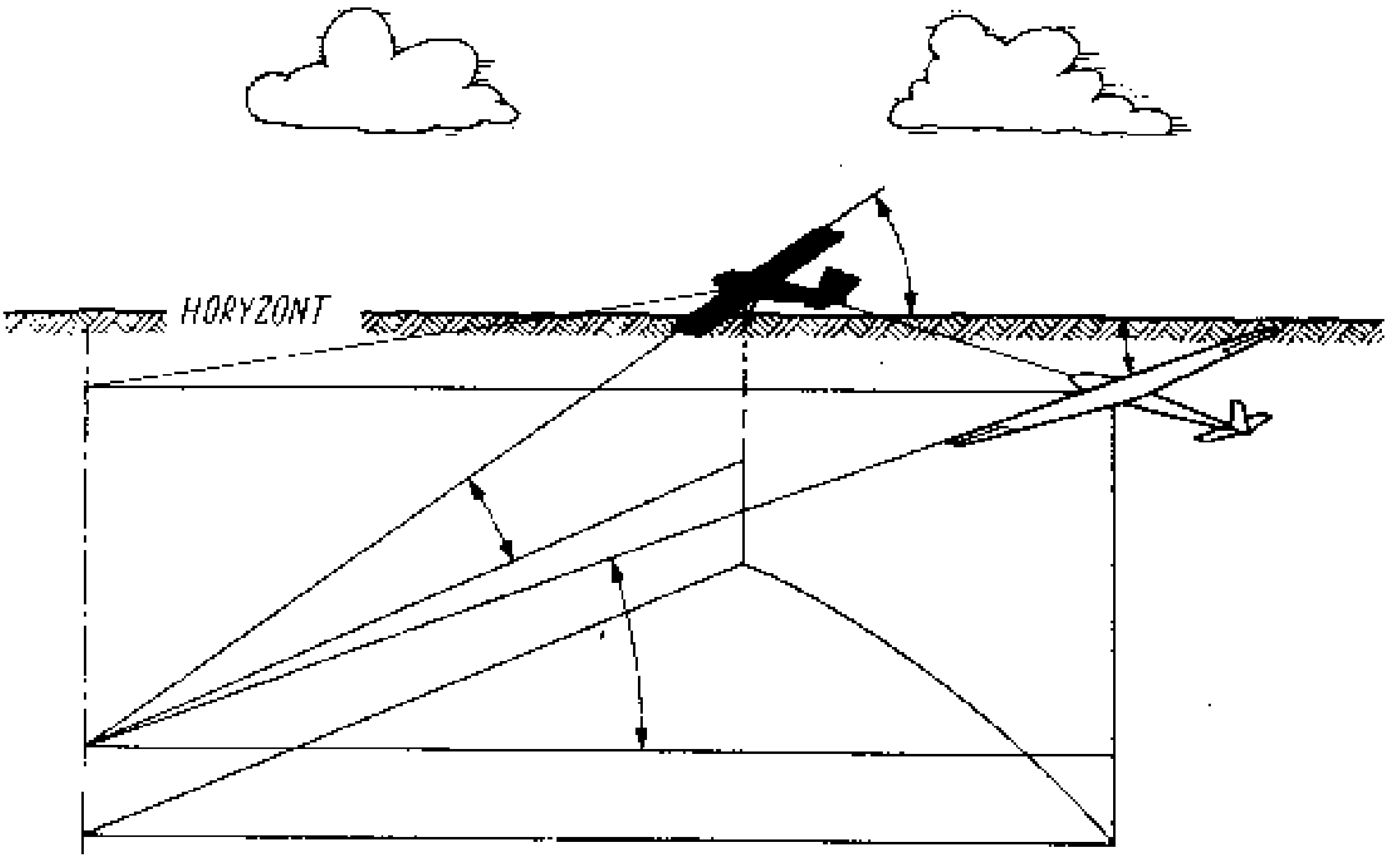
Podczas zakrętu w locie holowanym pilot szybowcowy powinien zachować właściwą wysokość lotu oraz przechylenie i prędkość kątową równą przechyleniu i prędkości kątowej samolotu (warunkuje to lot po torze samolotu). Utrzymanie wysokości w zakręcie odbywa się tak



Rys. 59. Wyrównanie odchylenia bocznego ześlizgiem nakierunkowym

samo jak w locie prostym. Do oceny wysokości najlepiej jest stosować podane już sposoby: pierwszy i trzeci (str. 65 i 66). Podtrzymanie sterem wysokości jest niekonieczne z uwagi na wpływ liny holowniczej.

Przy równości przechyleń samolotu i szybowca podczas zakrętu wykonywanego przez zespół szybownikowi wydaje się, że szybowiec jest przechylony mniej niż samolot. Złudzenie to wywołane jest położeniem podłużnych osi samolotu i szybowca na płaszczyznach nierównoległych, przecinających się wzdłuż osi zakrętu (rys. 60). Obser-



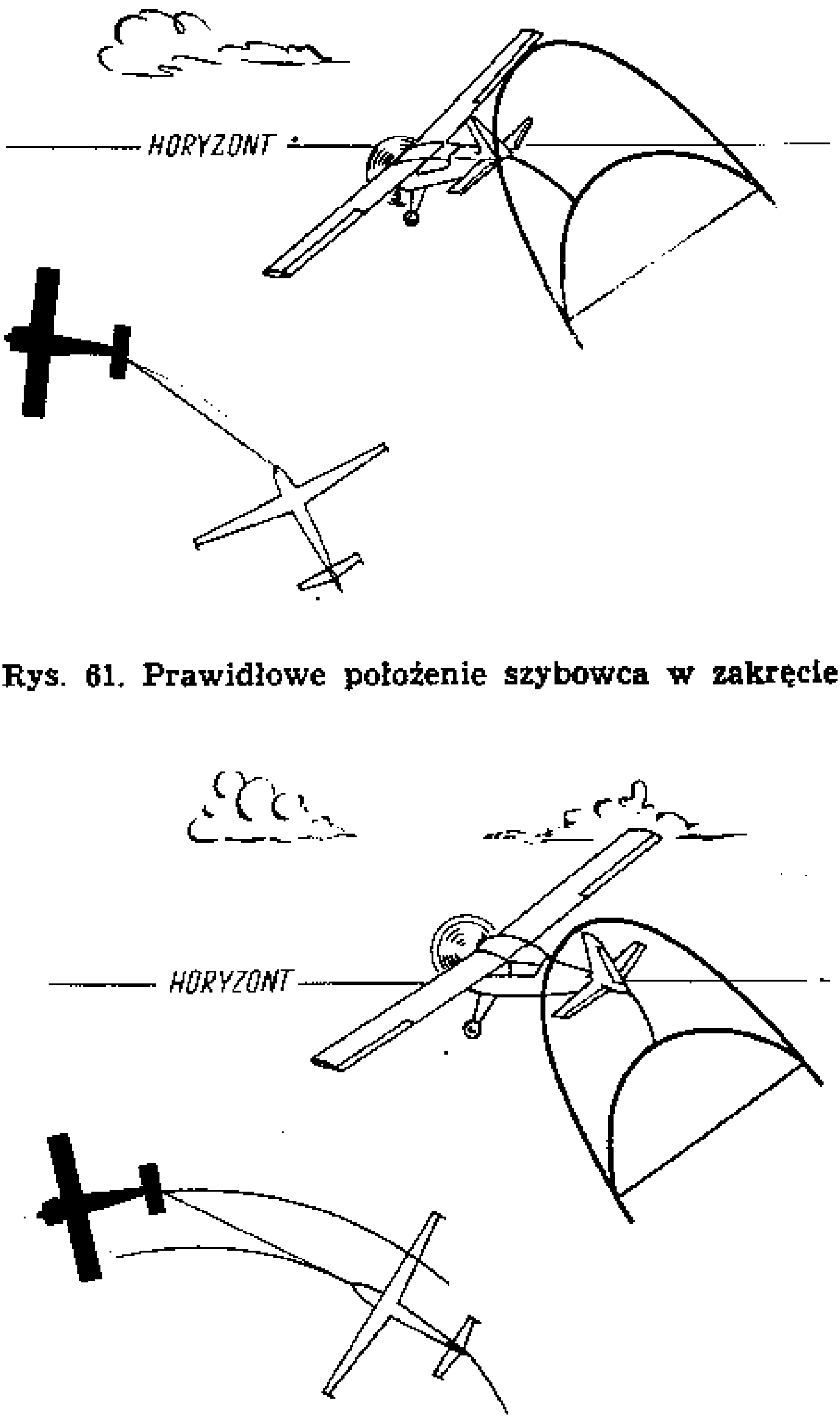
Rys. 60. Złudzenie w ocenie zgodności przechylenia samolotu i szybowca w locie holowanym

wacja liny pozwala w następujący sposób ocenić, czy lot szybowca odbywa się po torze samolotu:

1) jeżeli kąty wewnętrzne między liną a osią podłużną szybowca oraz liną a osią podłużną samolotu są sobie równe (sylwetka samolotu po wewnętrznej stronie maski, rys. 61), to lot szybowca odbywa się po torze samolotu,
2) jeśli kąt między liną a osią podłużną szybowca jest większy niż kąt między liną i osią podłużną samolotu, to szybowiec leci po łuku zewnętrznym w stosunku do toru samolotu (rys. 62), w skrajnych przypadkach lina układa się na przedłużeniu osi samolotu lub nawet tworzy z nią kąt zewnętrzny,
3) jeżeli kąt utworzony między liną a osią szybowca jest mniejszy niż kąt między liną a osią samolotu, to szy-

bowiec leci po łuku wewnętrznym w stosunku do toru samolotu, w skrajnych przypadkach lina leży na przedłużeniu osi szybowca lub tworzy z nią kąt zewnętrzny (rys. 63).

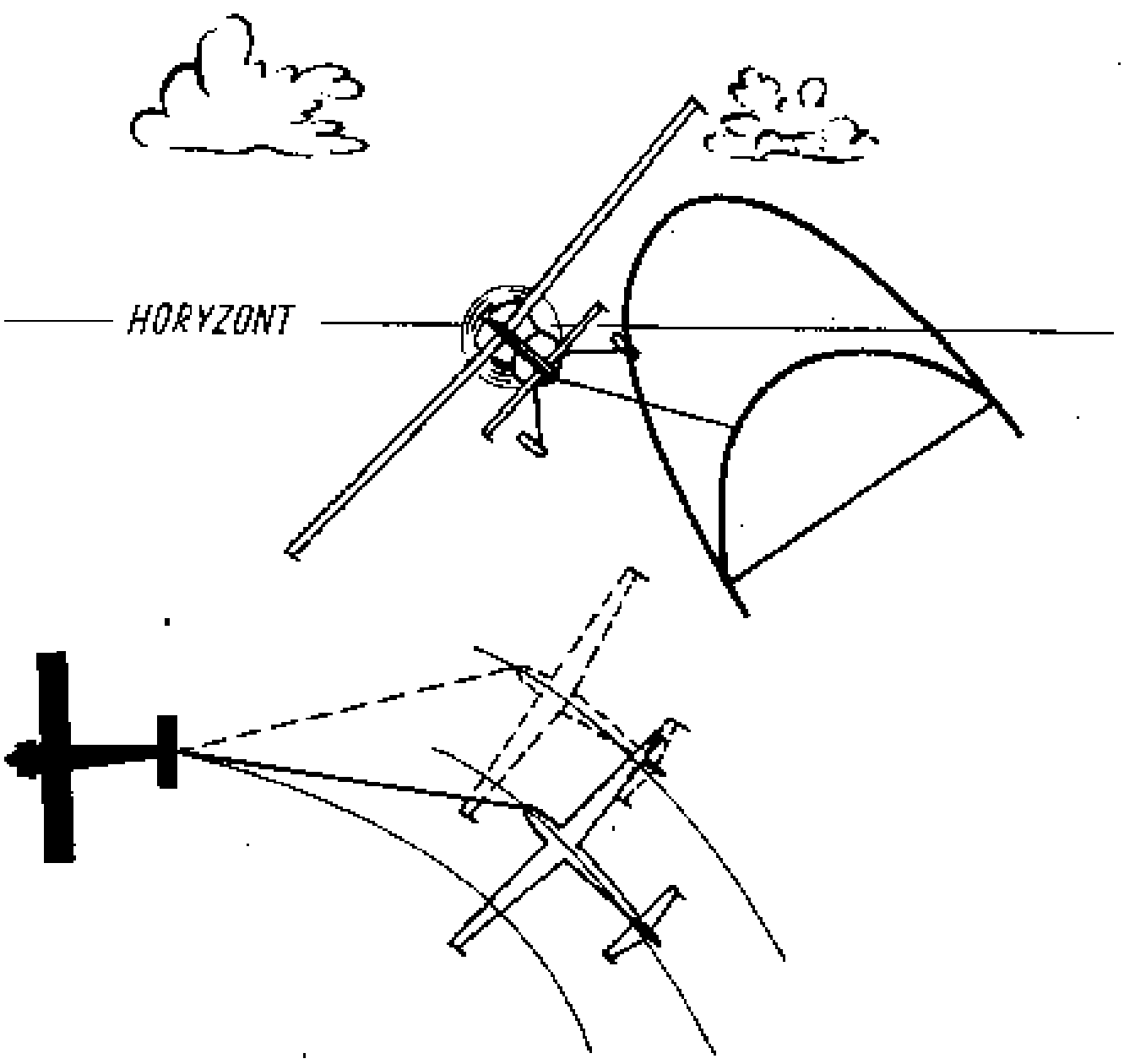
Położenie kulki chyłomierza poprzecznego służy jako wskaźnik zachowania zgodności torów lotu jedynie w razie zachowania zgodnych przechyleń. Odchylenie kulki od



Rys. 61. Prawidłowe położenie szybowca w zakręcie

Rys. 62. Zewnętrzne położenie szybowca w zakręcie

położenia środkowego wskazuje na odchylenie przeciwne toru lotu szybowca od odchylenia kulki (kulka na zewnątrz — szybowiec schodzi do wewnątrz zakrętu, kulka leży wewnątrz — szybowiec wychodzi na zewnątrz zakrętu). Najczęściej zewnętrzne położenie szybowca spowodowane jest zbyt małym przechyleniem, a położenie wewnętrzne — zbyt dużym.



Rys. 63. Wewnętrzne położenie szybowca w zakręcie

Lina holownicza działa ustateczniająco na położenie szybowca, wobec czego wychylenie steru kierunku musi być na holu mniejsze niż w locie wolnym, wyjąwszy przypadek, gdy duże użycie steru kierunku potrzebne jest do kompensowania momentu kierunkowego lotek.

Podobnie jak w locie prostym, odchylenie od toru lotu samolotu można poprawić dwoma sposobami:

- skorygować przechylenie szybowca, tak aby było zgodne z przechyleniem samolotu, a następnie delikatnym (aby nie wywołać ślizgu bocznego) wychyleniem steru kierunku doprowadzić szybowiec do właściwej pozycji; podczas tej operacji, lotkami należy przeciwdziałać tendencji do zmian przechylenia;
- do właściwej pozycji powracać ślizgiem bocznym, zwiększając nieco przechylenie w stosunku do przechylenia samolotu przy usuwaniu odchylenia zewnętrznego lub

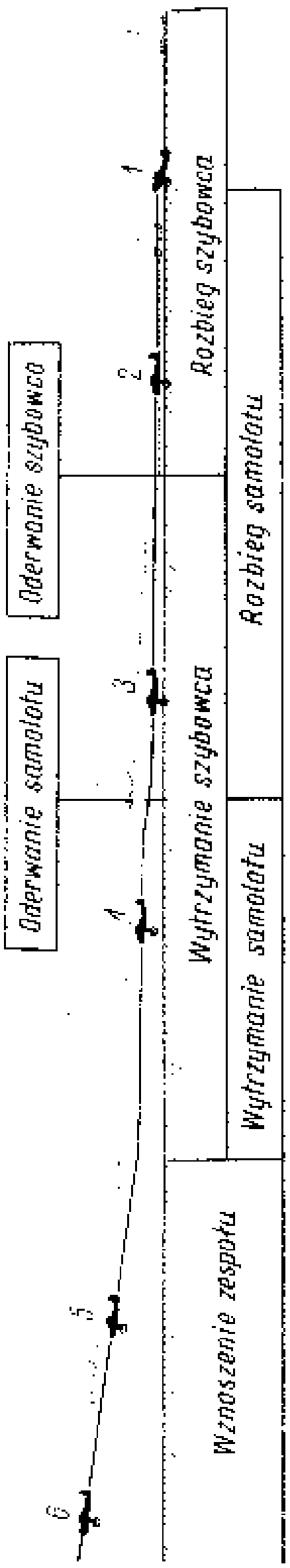
zmniejszając przechylenie — przy usuwaniu odchylenia wewnętrznego. Różnice przechyleń powinny być niewielkie, a przesuwanie szybowca bardzo powolne. Różnice przechyleń należy usuwać przed dojściem szybowca do właściwego położenia (bezwładność poprzeczna szybowca). Ten drugi sposób można zalecić tylko pilotom doświadczonym.

Próby usuwania odchyleń od toru lotu samolotu za pomocą zacieśniania lub rozluźniania zakrętu stają się zwykle przyczyną dużych wahań poprzecznych szybowca. Na zachowanie odpowiedniej pozycji szybowca w zakręcie ma duży wpływ odpowiednie opóźnienie przy wprowadzaniu szybowca w zakręt. Stanowi ono czas potrzebny na przelecenie przez szybowiec odległości równej długości liny holowniczej. Dla liny 40-metrowej przy prędkości holowania równej 100 km/h (prędkościomierz szybowca wskazuje wówczas nieco ponad 90 km/h) opóźnienie wynosi 1,4 sek. Opóźnienie to odpowiada na ogół czasowi reakcji mało wprawnego szybownika, tak że ucząc się latać na holu należy wprowadzać i wyprowadzać z zakrętu natychmiast po zaobserwowaniu, że czyni to samolot.

3. Start w zespole

Profil startu. Start za samolotem dzieli się na następujące fazy: rozbieg szybowca, wytrzymanie szybowca podczas rozbiegu samolotu, wytrzymanie samolotu i szybowca (rys. 64). Nie zawsze zachowane są te wszystkie fazy. Samoloty o dużym nadmiarze mocy przechodzą zaraz po oderwaniu się do wznoszenia, a nawet jest możliwe oderwanie się samolotu przed ciężkim szybowcem, co zmusza pilota samolotu do wytrzymywania aż do chwili oderwania się szybowca. Różnice między startem na holu a startem za wyciągarką polegają na tym, że rozbieg i wytrzymanie za samolotem są dłuższe w czasie i w przestrzeni (mniejsze przyśpieszenie), a wznoszenie, które następuje po starcie jest znacznie mniejsze niż za wyciągarką.

Podczas rozbiegu uwaga pilota koncentruje się na utrzymaniu równowagi poprzecznej i zachowaniu kierunku. Ruchy sterami podczas rozbiegu muszą być duże, szybkie i podwójne oraz dokładnie skoordynowane, ponieważ przez długi czas sterowność poprzeczna szybowca jest mała. Znajduje tu zastosowanie koordynacja zgodna (usuwanie zwisów) i przeciwna (eliminowanie odchyleń od



Rys. 64. Profil startu za samolotem

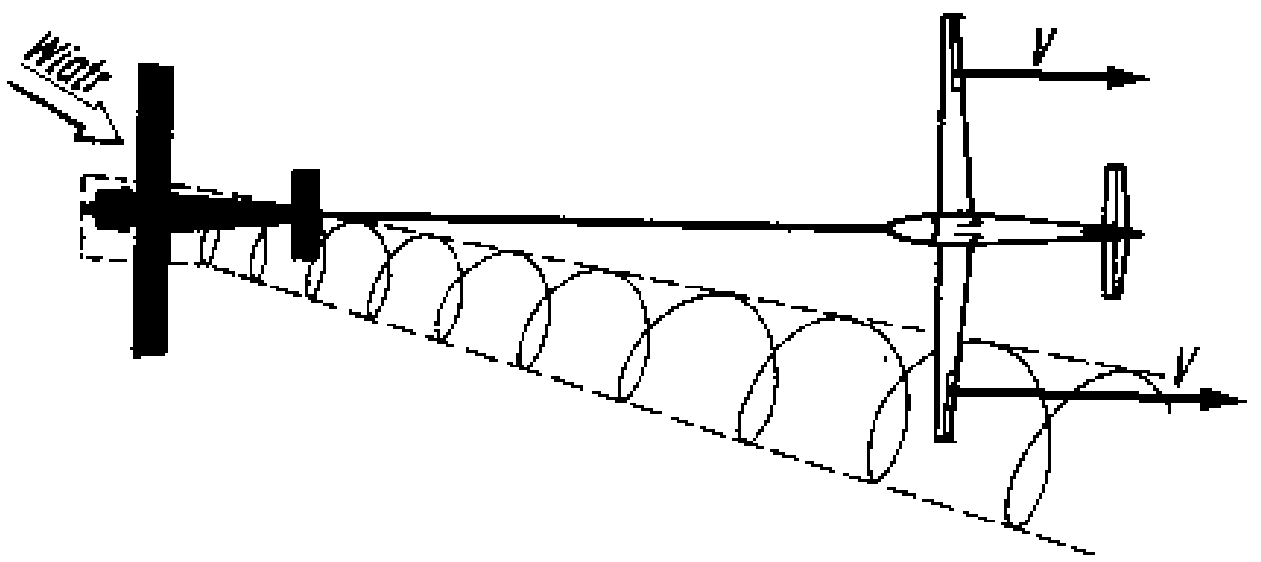
kierunku startu). Często popełnianym błędem jest wychylenie podczas rozbiegu steru wysokości w dół, utrudniającym oderwanie się szybowca. Niektóre typy szybowców, podpierające się przednią płozą o ziemię, do uniesienia przodu szybowca podczas rozbiegu potrzebują wyraźnego ściągnięcia drążka. Wymaga to przytrzymywania ruchem od siebie tendencji szybowca do wyskoczenia zaraz po oderwaniu.

Po oderwaniu się szybowca należy kierować wzrok w dalszym ciągu na płaszczyznę ziemi, podobnie jak podczas lądowania, zachowując w polu widzenia samolot. Praktycznie, kierujemy wzrok tuż za ogon samolotu. Umożliwia to ocenę wysokości i znoszenia oraz pozycji szybowca w stosunku do samolotu. Kierowanie wzroku na zbyt bliskie obiekty powoduje wysokie wytrzymanie, a na zbyt dalekie — wywołuje tendencję do „szorowania" po ziemi. Podczas wytrzymania należy płynnymi i delikatnymi ruchami steru wysokości utrzymywać wysokość w granicach $1 \div 2$ m. W razie wyskoczenia szybowca na wysokość większą należy delikatnie — aby nie zluźnić liny — sprowadzić go do wysokości $1 \div 2$ m. Gwałtowne ruchy sterem wysokości mogą doprowadzić do uderzenia szybowcem o ziemię. Równowagę poprzeczną i kierunek utrzymuje się w taki sam sposób, jak na rozbiegu, lecz znacznie mniejszymi ruchami. Wobec bliskości ziemi nie należy dopuścić do trawersowania, oceniając i eliminując trawersy podobnie jak przy wytrzymaniu do lądowania.

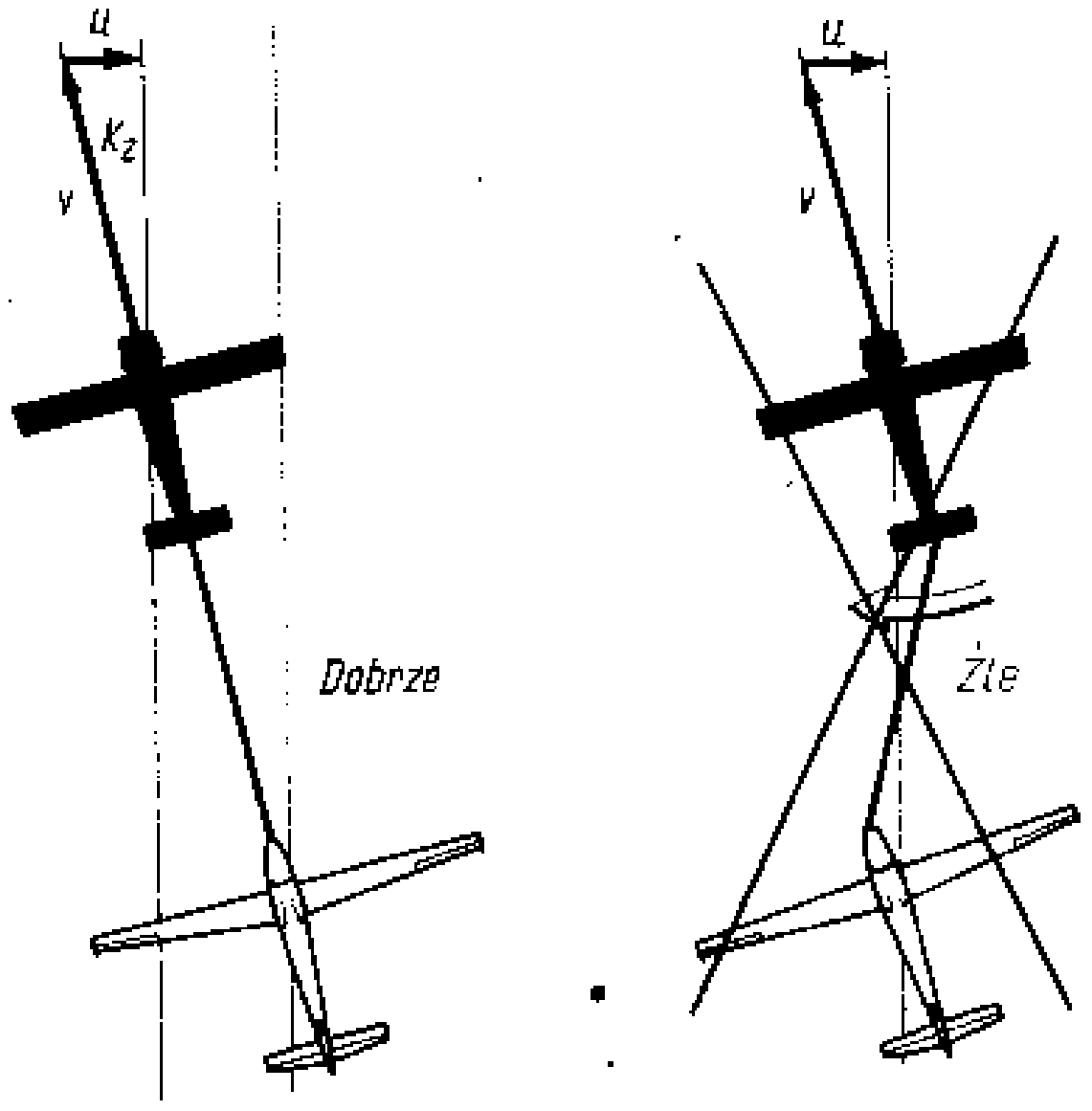
Po oderwaniu się samolotu, gdy pilot holujący wytrzymuje go nad ziemią, należy stopniowo zwiększać

wysokość do 3 m. Po przejściu do wznoszenia nie należy dopuścić do wejścia szybowca w strumień zaśmigłowy, przyjmując właściwą pozycję przez nieznaczne ściągnięcie drążka.

Wpływ bocznego wiatru. Boczny wiatr powoduje podczas rozbiegu odgięcie warkocza wirowego w stronę skrzydła zawietrznego. Wywołuje to wzrost prędkości na tym skrzydle i unoszenie się go. Stwarza to konieczność podtrzymywania lotką skrzydła nawietrznego (odwrotnie niż przy starcie za wyciągarką, rys. 65). Po oderwaniu się



Rys. 65. Wpływ bocznego wiatru na szybowiec podczas rozbiegu za samolotem



Rys. 66. Trawersowanie zespołu przy bocznym wietrze

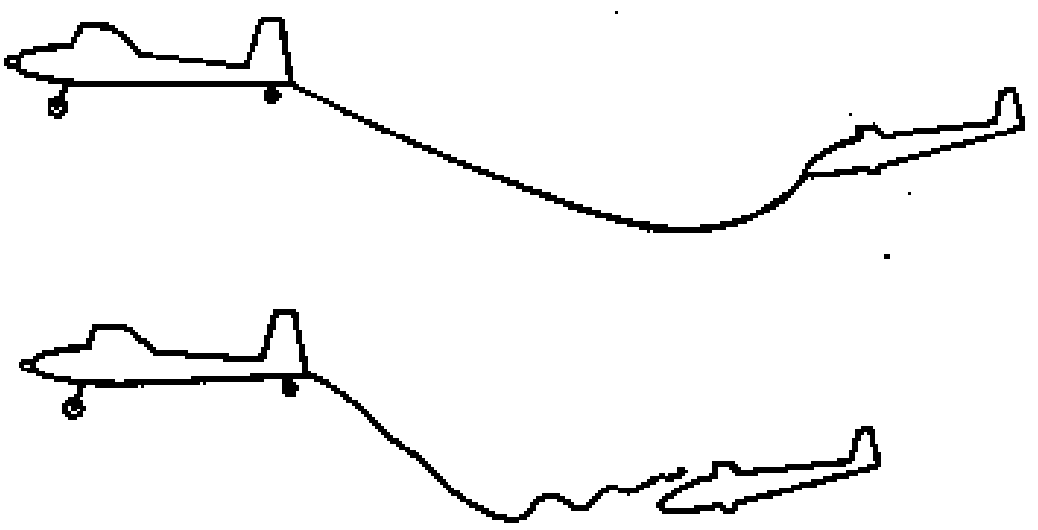
szybowca należy znoszenie eliminować ześlizgiem nakierunkowym. Gdy cały zespół znajdzie się w powietrzu, ześlizg nakierunkowy wykonuje się tylko wtedy, gdy czyni to pilot holujący, przy czym dla zachowania zgodności kierunku osi podłużnych, samolot i szybowiec muszą wykonywać z reguły ześlizgi z różnymi przechyleniami.

Należy więc starać się o uniknięcie przesunięcia bocznego w stosunku do samolotu, a nie o zachowanie zgodności przechyleń. Po przejściu do wznoszenia pilot holujący eliminuje działanie bocznego wiatru tylko trawersowaniem. Zadaniem pilota szybowca jest wówczas zachowanie pozycji na przedłużeniu osi samolotu (rys. 66).

4. Odczepienie i manewr po odczepieniu

Odczepienie się następuje na sygnał pilota holującego lub, w razie konieczności podyktowanej bezpieczeństwem lotu, bez tego sygnału. Bez sygnału pilota holującego mogą odczepiać się również doświadczeni piloci, którym zezwoliło na to kierownictwo lotów. Przed odczepieniem się na sygnał pilota holującego należy upewnić się, że sygnał ten bez wątpliwości oznacza żądanie odczepienia. Przy stosowanych obecnie sygnałach ręką lub trzykrotnym przechyleniem samolotu nie trudno o pomyłkę, gdyż podobny ruch ręką może być wykonany w innym celu, tak samo jak przechylenie samolotu. Dlatego przy braku pewności co do znaczenia sygnału, lepiej zaczekać na jego powtórzenie.

Nie należy odczepiać się w pozycji pod samolotem



Rys. 67. Skutki oddania drążka przed odczepieniem liny

i zmniejszać kąt natarcia (jak to się czyni przy odczepieniu liny wyciągarkowej), gdyż stwarza to możliwość zderzenia się szybowca z odczepioną końcówką liny holowniczej (rys. 67). Po odczepieniu w locie prostym i upewnieniu się, że lina odpadła od szybowca, należy wykonać zakręt

5. Żądanie zmniejszenia prędkości holowania przekazuje się przez wykonanie za pomocą steru kierunku żmijki.

Wobec tego, że dowódcą zespołu jest pilot holujący, kierowanie zespołem przez szybownika należy ograniczyć do przypadków:

— gdy przewiduje to zadanie lotu,
— gdy wymaga tego bezpieczeństwo lotu (np. podczas przelotu zespołu szybownik stwierdza bezwzględną konieczność odczepienia się, a przelot odbywa się nad terenem wykluczającym bezpieczne lądowanie, wówczas kieruje zespół w rejon nadający się do lądowania).

Niezależnie od omówionego już sygnału holownika nakazującego odczepienie się szybowca, ustalone są jeszcze dwa sygnały bezpieczeństwa:

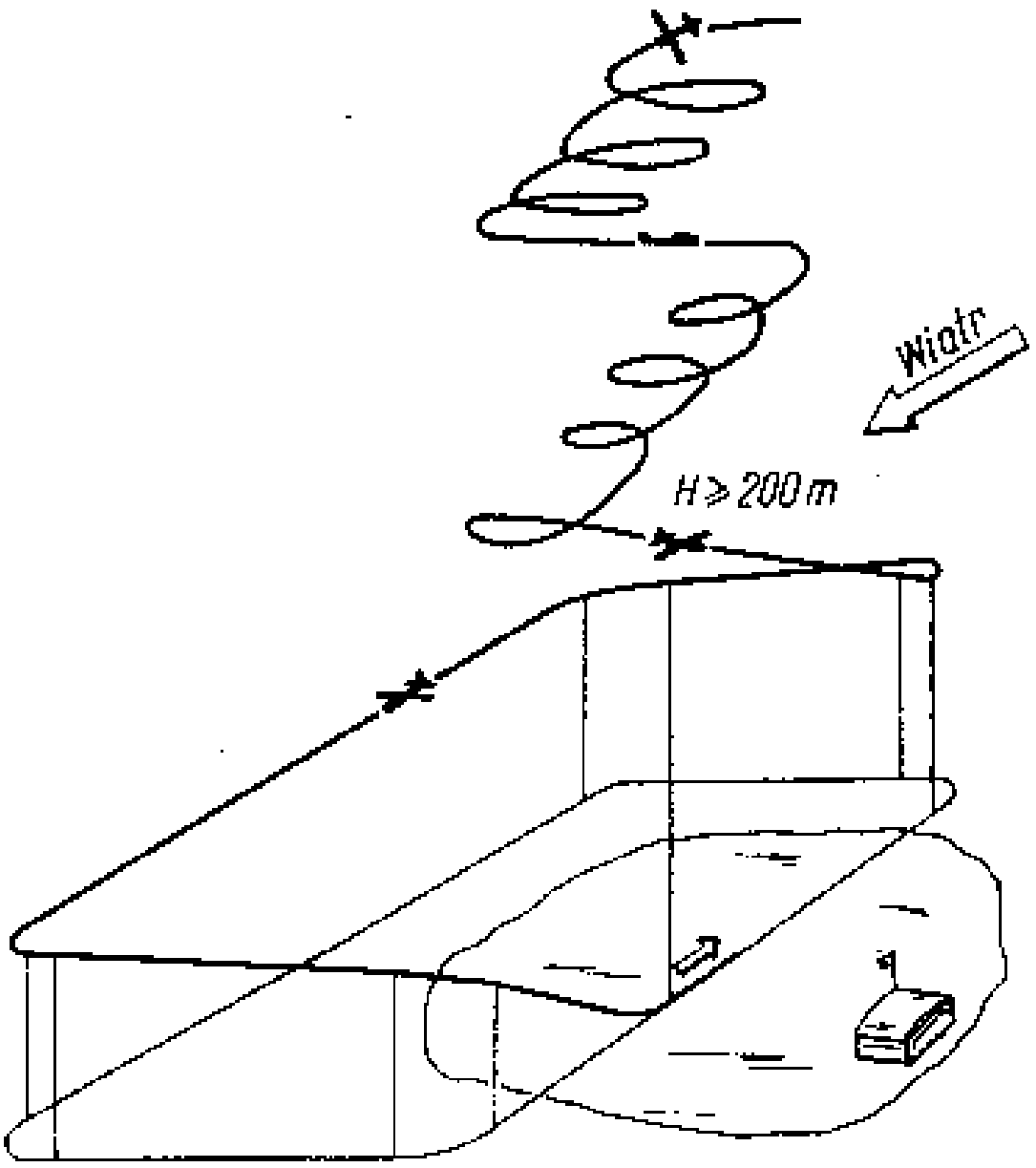
— pilot szybowca żądający odczepienia liny przez samolot w razie uszkodzenia zaczepu na szybowcu wychodzi powyżej normalnego położenia i kilkakrotnie przechyla szybowiec w lewo i w prawo,
— pilot samolotu przekazuje polecenie zamknięcia hamulców aerodynamicznych przez kilkakrotne wychylenie steru kierunku w lewo i w prawo lub jak ustala zwyczaj, przez klepanie się ręką po głowie.

8. Gospodarowanie wysokością lotu przed wejściem w krąg

Loty holowane wiążą się z uzyskiwaniem wysokości większej od potrzebnej na wykonanie kręgu nadlotniskowego. Jeżeli zadanie lotu nie przewiduje kontaktu z termiką, a lot po odczepieniu ma być lotem ślizgowym, to nadmiar wysokości wykorzystuje się na wykonywanie różnych ćwiczeń pilotażowych. Ćwiczenia te mogą być wykonywane nad lotniskiem tylko przy małym ruchu w powietrzu. W takim przypadku pilotowi wolno wykonywać ćwiczenie pilotażowe nad środkiem lotniska po zewnętrznej stronie kręgu (rys. 69), nie dopuszczając do znoszenia szybowca przez wiatr w inny rejon. W tym celu należy po zauważeniu niewielkiego zniesienia, wykonać krótki odcinek lotu prostego pod wiatr. Wykonanie kręgu należy rozpocząć na wysokości co najmniej 200 m, wchodząc do pierwszego zakrętu.

Gdy ruch nad lotniskiem jest duży, ewolucje pilotażowe wykonuje się w odległości 300 ÷ 500 m poza granicami kręgu nadlotniskowego, w zasadzie poza granicami dru-

giego i trzeciego boku do wysokości znaków startowych (rys. 70). Znoszenie przez wiatr należy eliminować podobnie jak przy ewolucjach wykonywanych nad lotniskiem. Wejście w krąg odbywa się wówczas do drugiego lub trze-



Rys. 69. Wejście w krąg nadlotniskowy po wykonaniu ćwiczeń pilotażowych nad lotniskiem

ciego zakrętu z wysokością odpowiednio mniejszą. Zachodzenie do pierwszego zakrętu powodowałoby niepotrzebne, trudne do obliczenia, straty wysokości. Należy się liczyć z tym, że strata wysokości przy dolocie do kręgu będzie wynosiła $50 \div 100$ m. Lepiej jest dolatywać do kręgu z $50 \div 100$-metrowym zapasem wysokości i wytracić go ześlizgiem przed wejściem w krąg lub hamulcami na trasie kręgu.

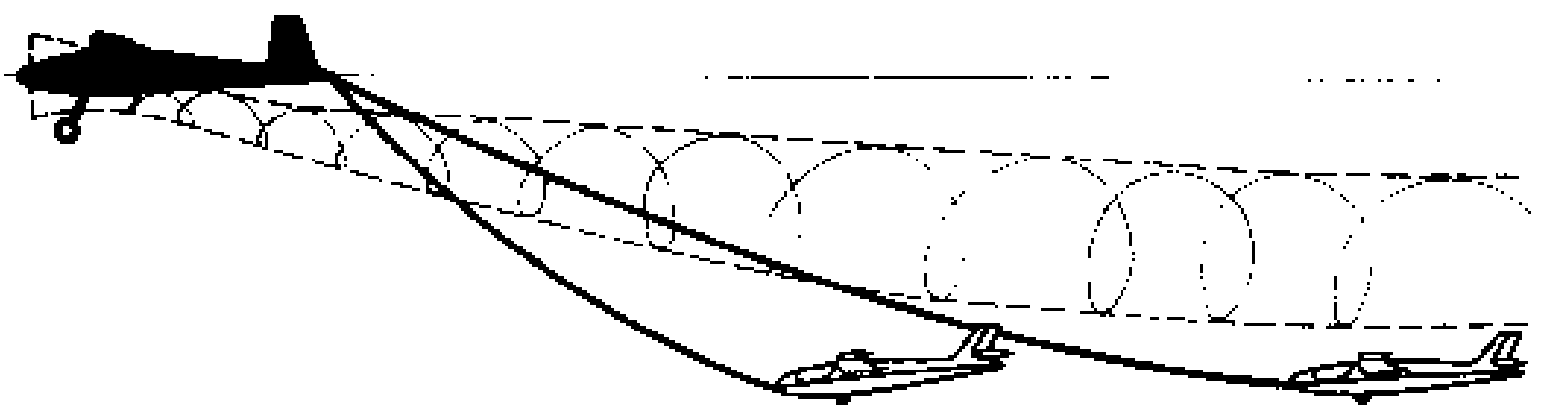
Ćwiczenia poza granicami kręgu za trzecim bokiem w tył od linii znaków i nad czwartym bokiem można wykonywać tylko przy słabym wietrze lub w ciszy i z zezwoleniem kierownictwa lotów. W takim razie należy szczególną uwagę poświęcić zachowaniu niewielkiej odległości od granic lotniska, a do kręgu nadlotniskowego należy kierować się na wysokości nie mniejszej niż 400 m, wchodzić do czwartego zakrętu, następnie kontynuować lot aż do zbliżenia się do wysokości $250 \div 200$ m, z której należy rozpocząć budowę kręgu (rys. 71).

w dowolną stronę o co najmniej 45°, co jest sygnałem dla pilota samolotu do przejścia w lot szybowy. W razie odczepienia nad lotniskiem należy zakręt wykonać zawsze w stronę kręgu szybowcowego. Podczas odczepienia w zakręcie (stosuje się przy lotach termicznych), szybownik, po upewnieniu się, że lina odpadła, powinien zwiększyć nieco przechylenie i kontynuować zakręt.

5. Lot pod strugami zaśmigłowymi samolotu

Lot pod strumieniem zaśmigłowym samolotu stosuje się najczęściej jako przygotowanie do lotów wieloholowych oraz w trakcie tych lotów. Pod warkocz wirowy przechodzi się przez zdecydowany, ale nie gwałtowny ruch drążka od siebie. Przechodzenie warkocza wirowego objawia się trzepotaniem szybowca, wzrostem prędkości i wskazaniem wznoszenia przez wariometr energii całkowitej. Jeżeli moc silnika samolotu jest bardzo duża, przy przechodzeniu warkocza zawirowań należy się liczyć z możliwością przechylenia się szybowca w kierunku zgodnym z obrotami śmigła. W chwili ustania trzepotań należy wstrzymać zniżanie się szybowca i przez małe zmiany wysokości — ustalić lot tuż pod zawirowaniami.

Nie należy zajmować zbyt niskiej pozycji, gdyż utrudnia to pilotowi samolotu sterowanie, zwłaszcza gdy lina



Rys. 68. Wpływ długości liny na kąt zawarty między liną a osią podłużną samolotu podczas lotu szybowca pod strugami

jest krótka. Kąt zawarty między osią podłużną samolotu a liną zależy głównie od długości liny (rys. 68). W locie pod strugami trzeba unikać obwisów liny, szczególnie gdy jest ona krótka, ponieważ naprężanie liny jest związane ze zniżaniem się szybowca. Duży zwis liny może spowodować konieczność odczepienia się.

6. Zniżanie się zespołu

Zniżanie się zespołu z niewielką prędkością pionową (w stosunku do otaczającego powietrza) nie powoduje żadnych komplikacji w sterowaniu. Dopiero gdy prędkość opadania przekroczy wartość wynikającą z biegunowej szybowca dla danej prędkości lotu, należy posłużyć się hamulcami lub ześlizgiem (jeżeli pilot posiada odpowiednie doświadczenie w lotach holowanych). Na niektórych typach szybowców otwieranie hamulców aerodynamicznych jest niewskazane z uwagi na trudność ich zamknięcia w locie holowanym (np. „Jaskółka bis"). Podczas zniżania się dobrze jest utrzymywać się tuż nad warkoczem zawirowań lub w jego górnej części, co przeciwdziała zluźnianiu liny.

7. Kierowanie zespołem i porozumienie się z pilotem holującym

Szybownik kieruje zespołem w sposób następujący.

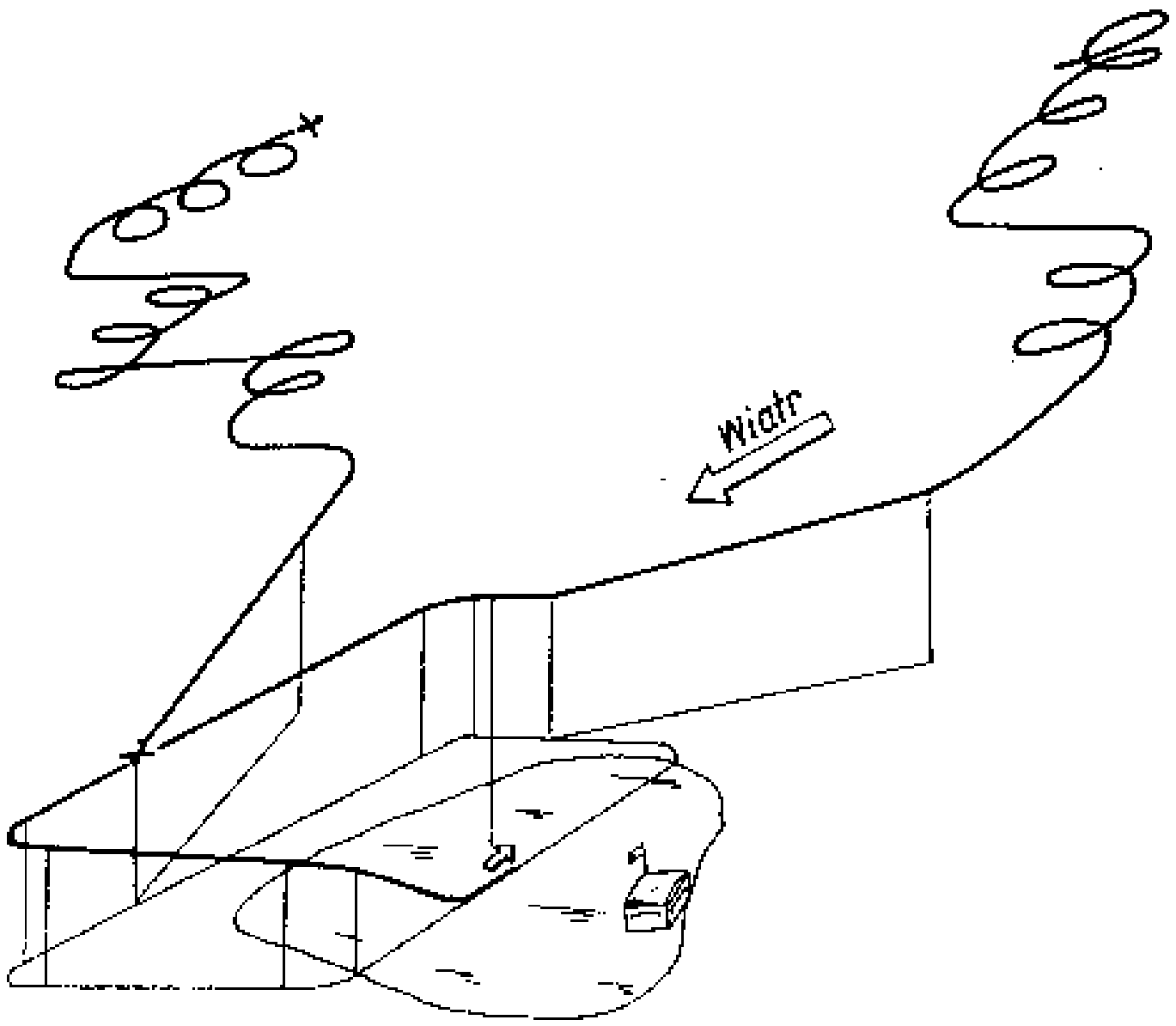
1. Żądanie wykonania zakrętu polega na wyjściu z położenia normalnego w stronę przeciwną do żądanego kierunku zakrętu i pozostanie na zewnętrznym łuku do chwili osiągnięcia właściwego kierunku. Wykonując ten manewr należy wyjście na zewnątrz zaznaczyć dość wyraźnie, aby było zrozumiałe dla pilota samolotu. Nie może ono jednak być tak duże, ażeby komplikowało sterowanie samolotem. Praktycznie — nie należy wychodzić poza koniec skrzydła samolotu.

2. Zwiększenia wysokości lotu szybownik żąda przez wyraźne zejście w dół, poniżej położenia normalnego (ok. $3 \div 5$ m, zależnie od długości liny holowniczej) i pozostanie w tym położeniu do chwili uzyskania potrzebnej wysokości.

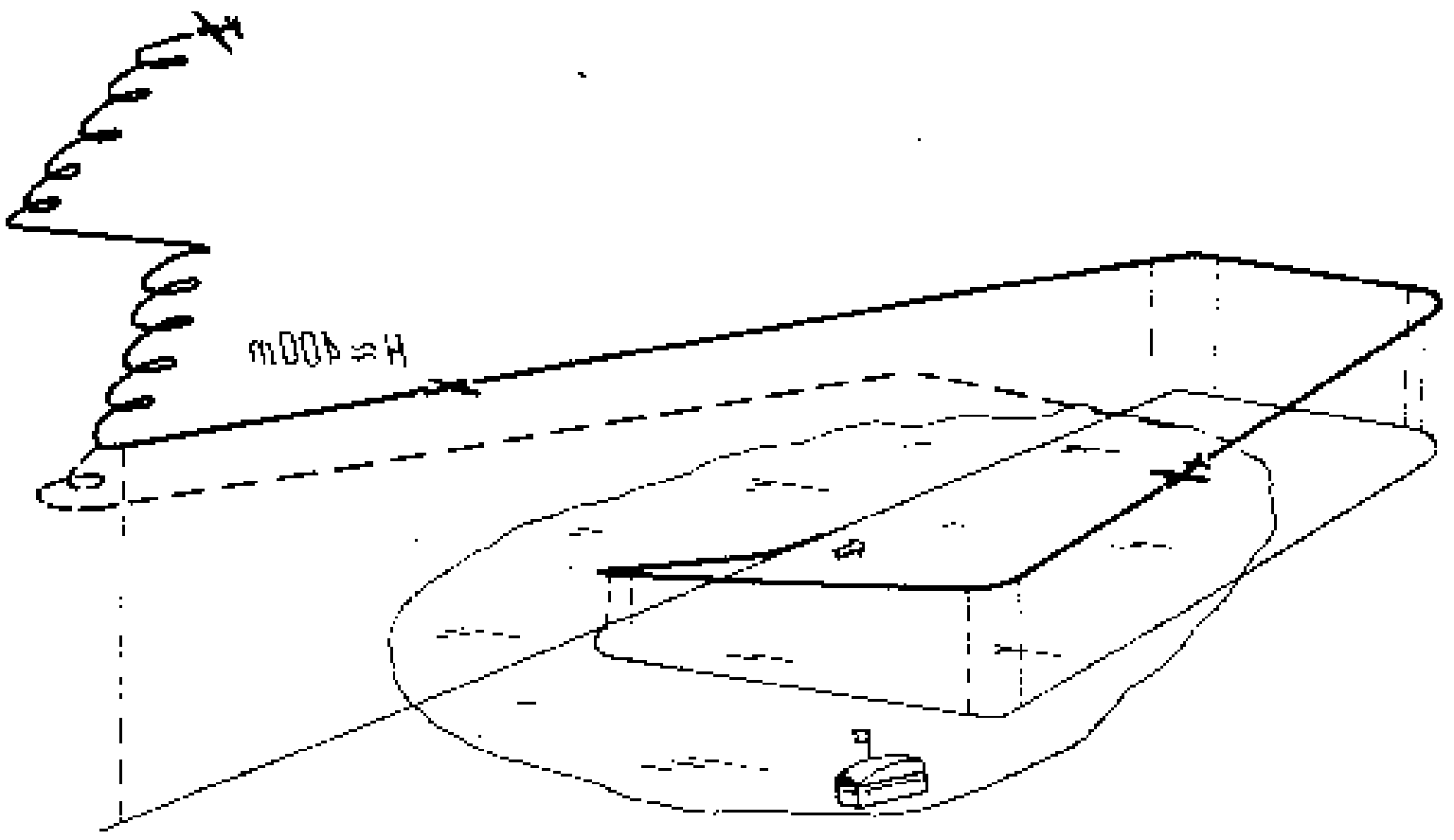
3. Żądanie zmniejszenia wysokości lotu przekazuje się sygnałem odwrotnym do poprzedniego.

4. O konieczności zwiększenia prędkości holowania daje się znać przez zmianę pochylenia i związane z tym zmiany wysokości szybowca (pompowanie). Przekazywanie tego sygnału przy krytycznie małej prędkości wymaga dużej ostrożności, aby nie przekroczyć krytycznego kąta natarcia, a w skrajnym przypadku może być w locie poza strugami niemożliwe. Należy wówczas wejść w górną część strumienia zaśmigłowego, co wywołuje skutek podobny do otwarcia skrzel na skrzydle i umożliwia przesyłanie sygnału.

U w a g a ! Jeżeli na lotnisku rozłożony jest również start wyciągarkowy, krąg należy rozpocząć nad znakami startowymi na wysokości 200 ÷ 250 m (rys. 72). Lot wzdłuż linii znaków w celu wykonania pierwszego zakrętu na skraju lotniska grozi zderzeniem z szybowcem startującym za wyciągarką. Gdy na lotnisku rozłożony jest drugi start samolotowy lub wyznaczony jest krąg samolotów holują-

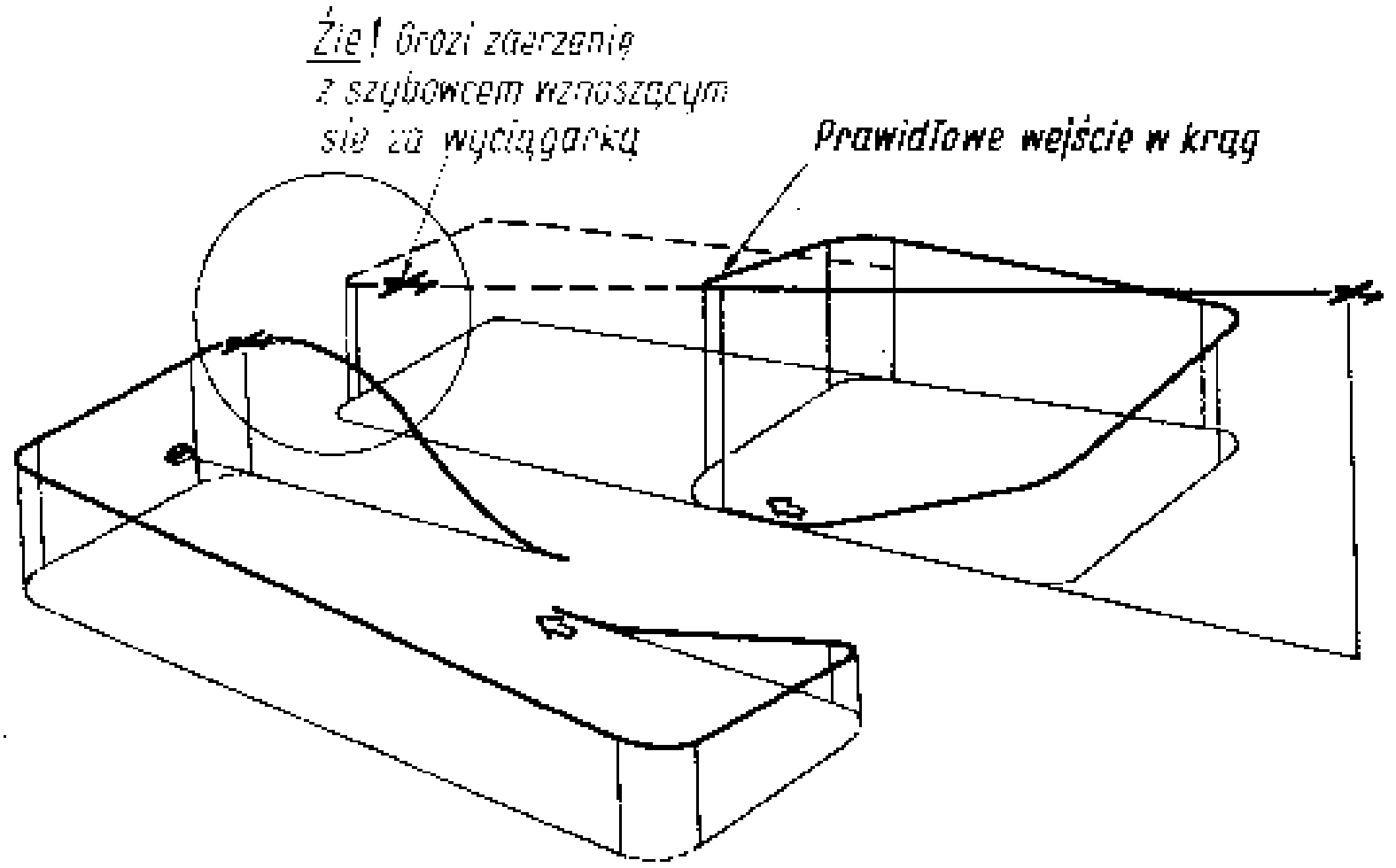


Rys. 70. Wejście w krąg nadlotniskowy po wykonaniu ćwiczeń pilotażowych na nawietrznej stronie lotniska



Rys. 71. Wejście w krąg po wykonaniu ćwiczeń pilotażowych na zawietrznej stronie lotniska

cych, należy unikać przelatywania szybowcem przez rejon kręgu samolotów. W razie konieczności krąg samolotów można „przecinać" lecąc z wysokości co najmniej o 100 m większej niż wysokość samolotów latających po kręgu.



Rys. 72. Wejście w krąg do czwartego zakrętu gdy jest rozłożony także start wyciągarkowy

Rozdział VII

LOTY TERMICZNE I ŻAGLOWE

Istota szybownictwa polega na wykorzystywaniu w locie prądów pionowych atmosfery. Loty o charakterze ślizgowym (akrobacja, pilotaż bez widoczności) spełniają w zdobywaniu umiejętności pilota szybowcowego w zasadzie rolę pomocniczą, jako ćwiczenia doskonalące technikę pilotażu. Wykorzystywanie prądów pionowych jest uwarunkowane wprawdzie doskonałym opanowaniem sterowania, nieodzowna jest jednak również znajomość praw rządzących prądami powietrznymi i umiejętność wykorzystywania wiedzy meteorologicznej w praktyce.

Loty na prądach wstępujących wymagają od pilota kształcenia umiejętności podejmowania śmiałej i trafnej decyzji, rozsądnego ryzyka, szybkiego, nieszablonowego myślenia — do rozwiązywania rzadko powtarzających się sytuacji. Te cechy latania termicznego i żaglowego sprawiły, że szybownictwo jest nie tylko pełnym uroku sportem, ale również twardą i dobrą szkołą charakteru, zaradności i inteligencji lotniczej dla wszystkich, którzy pragną poświęcić się pracy zawodowej w lotnictwie wojskowym, komunikacyjnym, sportowym czy innym.

1. Sposoby nawiązywania kontaktu z prądami wstępującymi

W celu nawiązania kontaktu z termiką lub prądami zboczowymi stosuje się następujące środki startu:

- wzlot za samolotem,
- wzlot za wyciągarką (ograniczone zastosowanie w terenie górskim),
- start z lin gumowych (możliwy do zastosowania tylko w terenie górskim).

Wzlot za samolotem. Ten rodzaj startu na termikę jest bardzo chętnie i często stosowany, ponieważ zapewnia du-

żą swobodę w wyborze miejsca i wysokości odczepiania.

Sposoby holowania na termikę dadzą się na ogół sprowadzić do następujących wariantów.

1. Pilot samolotu holującego, o odpowiednim doświadczeniu wyszukuje wznoszenie i nabiera wysokości krążąc w nim. Po wycentrowaniu komina termicznego i nabraniu odpowiedniej wysokości daje szybownikowi sygnał do odczepienia. Po odczepieniu szybownik pozostaje w krążeniu, wznosząc się w kominie. Podczas takiego holowania szybownik musi starannie pilotować szybowiec, powtarzając dokładnie i bez opóźnień manewry samolotu, polegające głównie na dość szybkich zmianach przechylenia w krążeniu. Utrzymanie prawidłowej pozycji wymaga starannej koordynacji wychyleń lotek i steru kierunku.

2. Holownik na odpowiedniej wysokości (z reguły nie mniejszej niż 500 m) wchodzi lotem prostym w obszar wznoszenia i daje szybownikowi sygnał do odczepienia. Po odczepieniu szybownik niezwłocznie rozpoczyna krążenie w kominie. Zwlekanie z rozpoczęciem krążenia prowadzi do przelecenia komina.

Jeśli pilot holujący nie posiada odpowiedniego doświadczenia w wyszukiwaniu wznoszeń, wyciąga szybowiec na wysokość i w rejon, które są ustalone przed startem przez instruktora, i daje sygnał szybownikowi do odczepienia. Szybownik sam musi wyszukać wznoszenia nie oddalając się zbytnio od lotniska, aby móc w razie niepowodzenia bezpiecznie wykonać manewr do lądowania.

Bez względu na stosowany wariant holowania odczepienie powinno nastąpić w miejscu i na wysokości zapewniającej bezpieczny dolot szybowca do lotniska, z reguły na nawietrznej jego stronie, tym dalej od lotniska, im silniejszy jest wiatr.

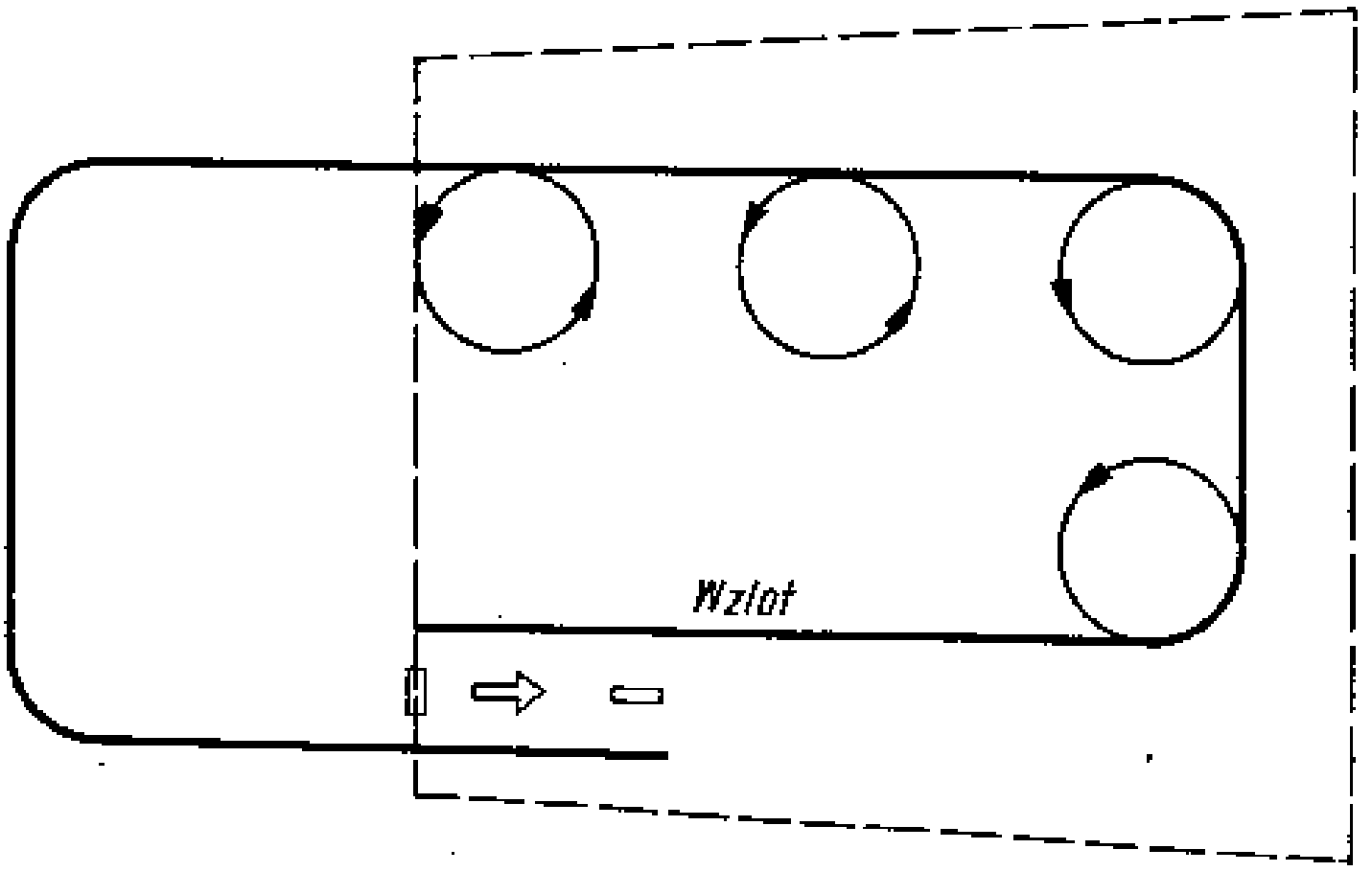
Podczas lotu holowanego szybownik powinien przez cały czas zachować orientację w terenie i ocenę kąta wysokości. Hol na termikę odbywa się przeważnie w warunkach turbulencji, czasem nawet dość silnej. Wymaga to od pilota szybowcowego szybkiej reakcji na zakłócenia równowagi poprzecznej, szczególnie w zakrętach. Szybownik powinien unikać wysokiego wychodzenia nad samolot, ponieważ może to doprowadzić do niebezpiecznej sytuacji. Najlepiej lecieć tuż nad strumieniem zaśmigłowym. Dlatego nie należy reagować sterem wysokości na gwałtowne wyskoki samolotu w górę, gdyż są one spowodowane wejściem w komin. Samolot wchodzi w komin niż szybowcem i stąd ta gwałtowna różnica wysokości. Reakcja na

nią sterem sumuje się ze wznoszeniem kominowym działającym na szybowiec później niż na samolot, co doprowadza do niebezpiecznie wysokiej pozycji szybowca.

Doświadczony szybownik może sam ocenić właściwy moment odczepienia, obserwując wskazania wiatrometru zwykłego (wskazania WEC w locie holowanym są przeważnie niemiarodajne). Opłaca się odczepić, gdy dość długo wskazywane wznoszenie przekracza sumę opadania własnego szybowca i własnego wznoszenia zespołu.

Podczas holowania na żagiel zboczowy odczepienie powinno nastąpić na nawietrznej stronie zbocza, w odległości co najmniej 100 m od niego, na wysokości gwarantującej bezpieczny dolot do rejonu wznoszeń oraz bezpieczny powrót szybowca na lotnisko.

Wzlot za wyciągarką. Wysokość uzyskiwana przy wzlocie za wyciągarką jest niewielka i wynosi zwykle $200 \div 300$ m. Utrudnia to nawiązanie kontaktu z termiką, pozostawiając małą rezerwę wysokości na wyszukiwanie wznoszeń. Większe wysokości uzyskiwane są przy silniej-



Rys. 73. Rejon poszukiwań „kominów" termicznych przy wzlocie za wyciągarką

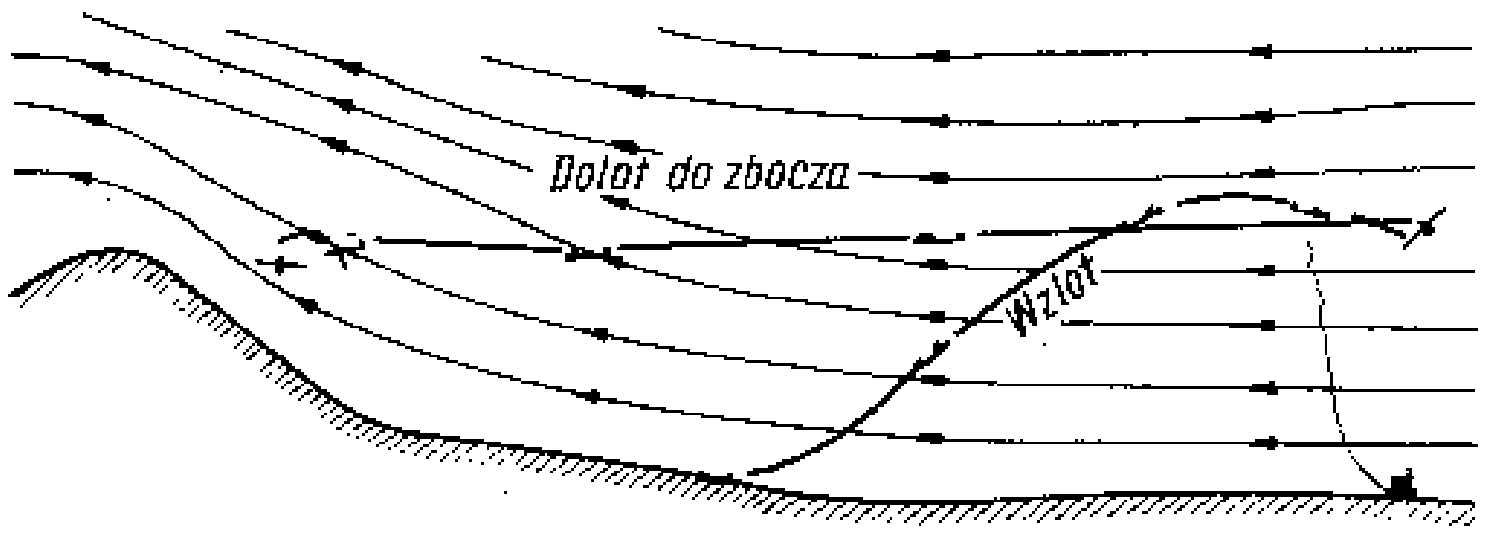
szym wietrze, który powoduje szybkie znoszenie szybowca krążącego w dolnej partii wznoszeń.

Rozpoczynanie krążenia w kominie dozwolone jest w zasadzie na drugim boku kręgu oraz na trzecim do wysokości znaków startowych (rys. 73). O powodzeniu startu na termikę z wyciągarki w dużej mierze decyduje wybór momentu startu. Przy termice cumulusowej start powi-

nien nastąpić w chwili, gdy nad lotniskiem znajduje się cumulus w stadium rozwoju. Przy wypracowanej termice bezchmurnej lub o zachmurzeniu niewielkim, szybowiec powinien kierować się po odczepieniu nad znane ognisko termiczne, położone w sąsiedztwie lotniska. Nad ogniskiem takim zazwyczaj co $8 \div 15$ min wyzwalają się prądy wstępujące. Znajomość czasu wyzwalania się takich prądów pozwala kierować tam szybowce z dobrą prognozą na „zaczepienie się".

Opisane wyżej trudności, związane z zastosowaniem tego rodzaju startu na termikę, wymagają od pilotów dobrego opanowania umiejętności centrowania kominów termicznych i poprawnego gospodarowania małą wysokością lotu.

Wyciągarka w terenie górskim. Stosowanie wzlotu za wyciągarką w celu nawiązania kontaktu z żaglem zboczowym jest rzadkością, a sposób wykorzystania wyciągarki dyktują miejscowe warunki terenowe i meteorologiczne. Dlatego też trudno tu ustalić ogólne reguły startu.

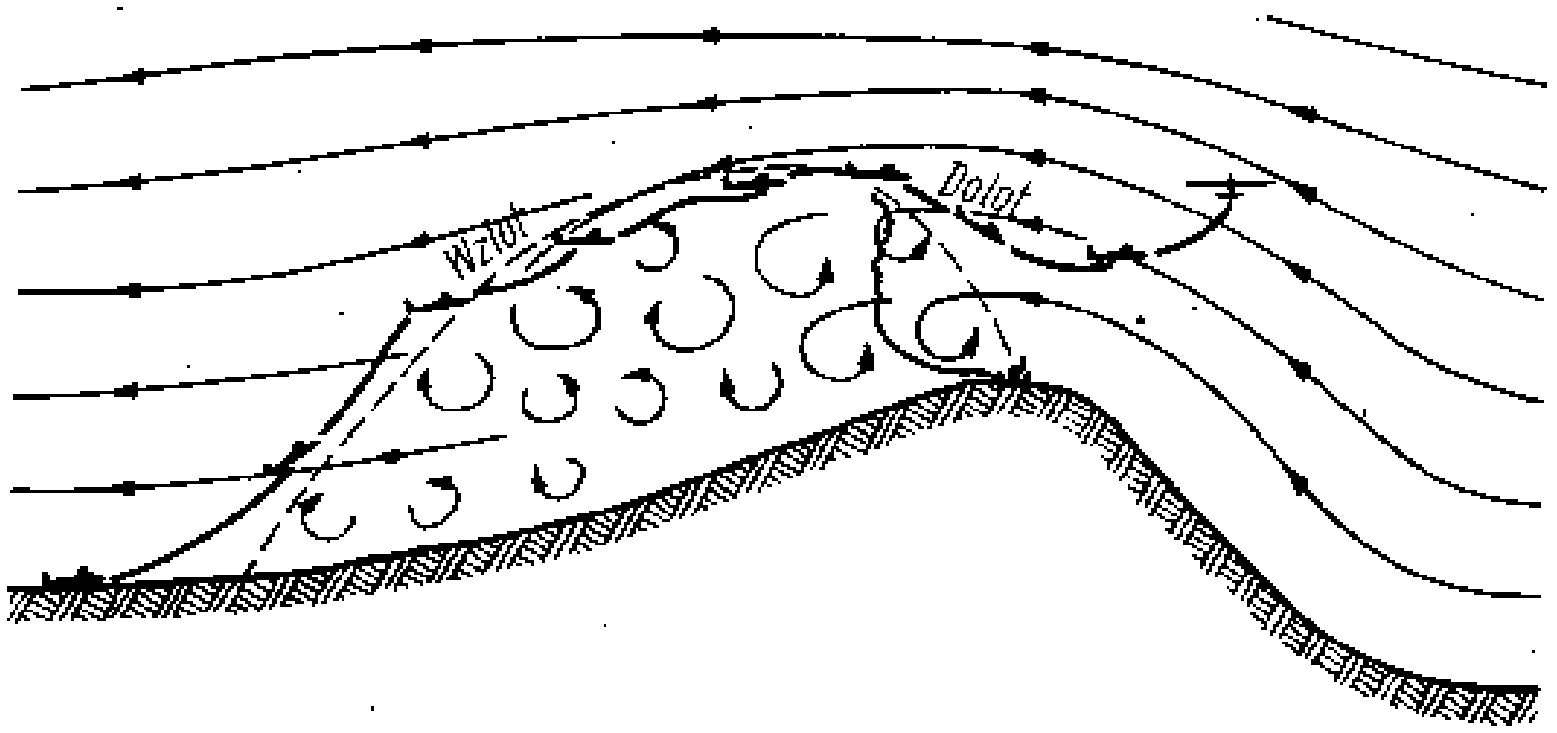


Rys. 74. Wzlot za wyciągarką „na żagiel" zboczowy na nawietrznej zbocza

Start pod wiatr, od nawietrznego podnóża zbocza, pozwala nawiązać kontakt z żaglem po wykonaniu zakrętu o 180° i nalocie na zbocze (rys. 74). Dolatując do zbocza z tylnym wiatrem trzeba ustalić miejsce rozpoczęcia zakrętu o 90° w celu ustawienia się równolegle do zbocza uwzględniając rozciąganie tego zakrętu przez wiatr.

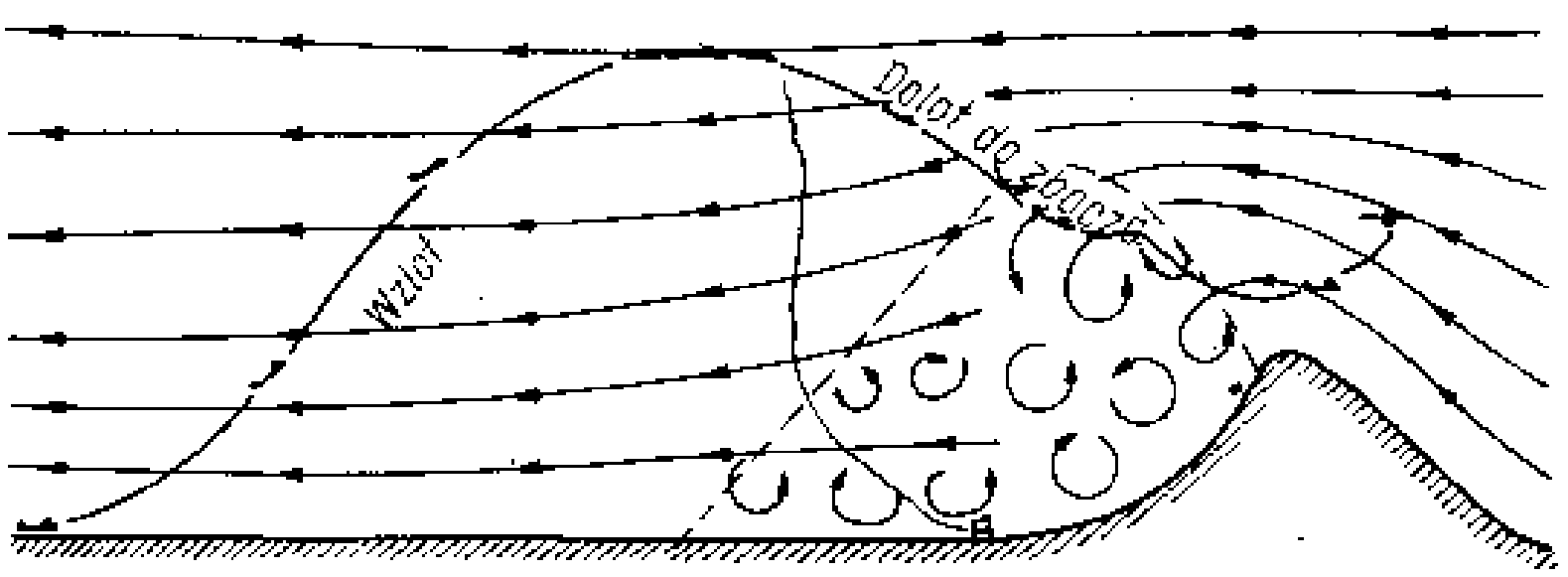
Start może się odbywać również z zawietrznej pod wiatr, gdy zbocze jest łagodnie nachylone i nie wywołuje silnych zawirowań (rys. 75). Należy wówczas wznosić się z mniejszym niż normalnie kątem uniesienia, w celu zabezpieczenia przed przekroczeniem krytycznego kąta natarcia w zawirowaniach. Do rejonu wznoszeń dolot wykonuje się ze zwiększoną prędkością.

Przy stromej zawietrznej (silne zawirowania) do rozstawienia startu na nawietrznej potrzebne jest długie pole wzlotu, aby wysokość uzyskiwana przy wzlocie za wyciągarką pozwalała na dolot do nawietrznej, przez obszar duszeń i zawirowań, na znacznie zwiększonej prędkości (rys. 76).



Rys. 75. Wzlot za wyciągarką „na żagiel" na zawietrznej zbocza

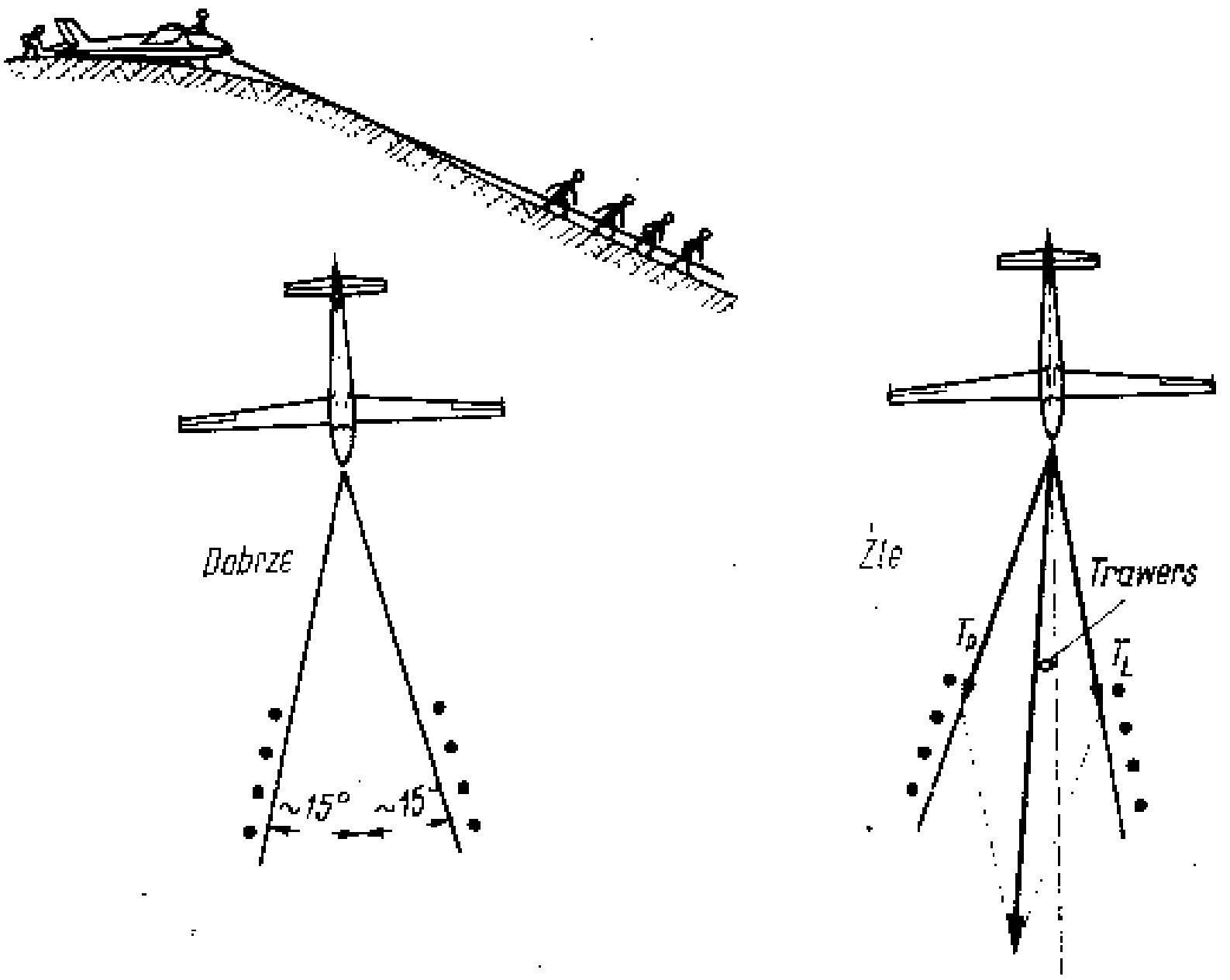
Start z lin gumowych. Sposób ustawienia szybowca do startu ze zbocza przedstawiono na rysunku 77. Należy przestrzegać, aby zaczepienie ogona szybowca nastąpiło dopiero po zajęciu miejsca przez pilota w kabinie. Do tego momentu przód szybowca i koniec skrzydła w celu zabezpieczenia przed wiatrem powinna podtrzymywać obsługa. Liny gumowe powinny być rozłożone symetrycznie względem osi podłużnej szybowca, w celu uniknięcia trawersowania (rys. 77).



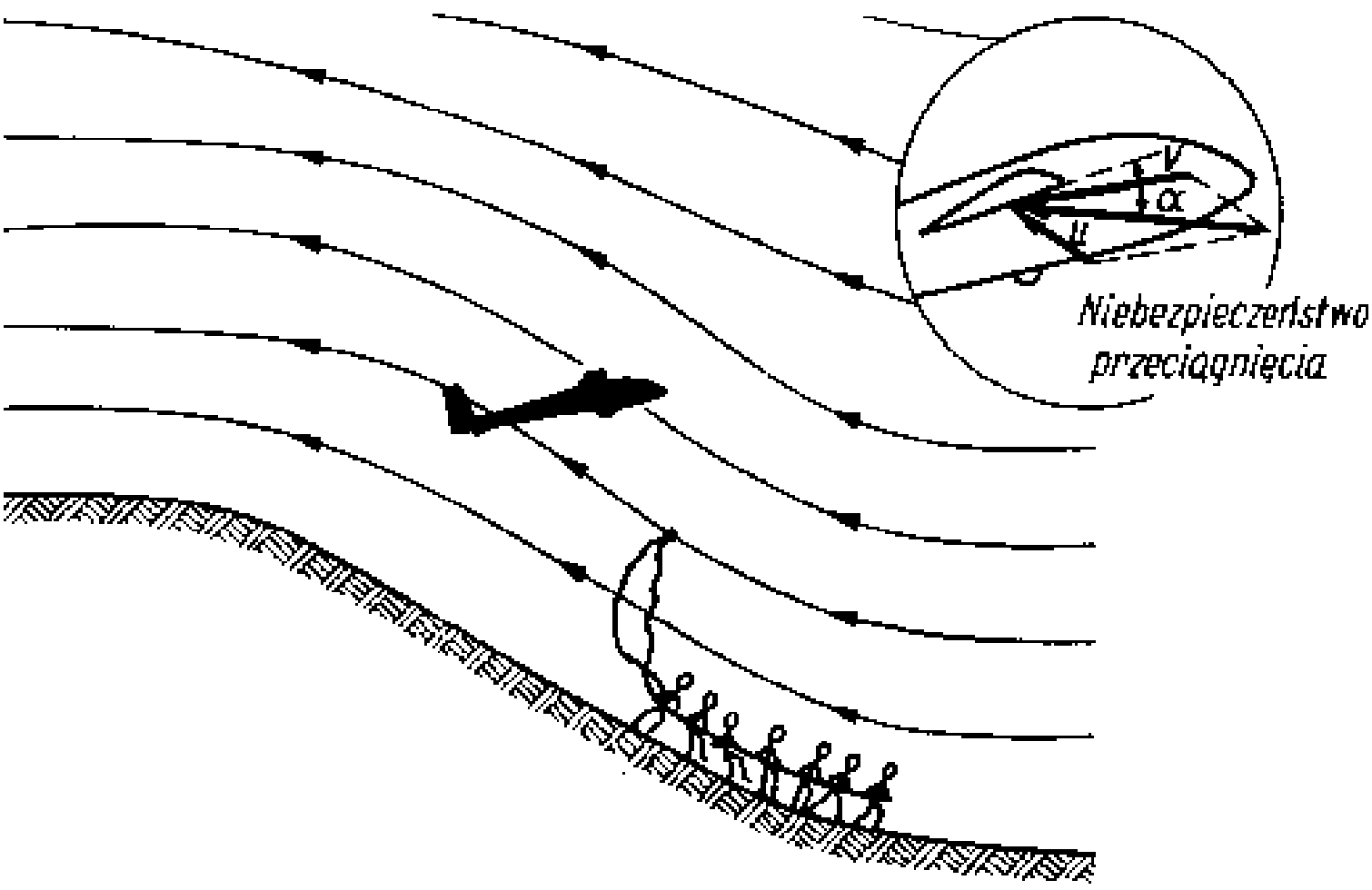
Rys. 76. Wzlot za wyciągarką „na żagiel" na stromej zawietrznej

Po zgłoszeniu gotowości przez pilota oraz przez obsługę lin gumowych i ogona, instruktor wydaje komendę „na-

ciągaj". Obsługa lin naciąga wstępnie liny, licząc głośno kroki: „raz, dwa, trzy, cztery", po czym pada komenda „biegiem" i obsługa zbiega ze zbocza naciągając liny. Na komendę „puść", która powinna nastąpić przed całkowitym naprężeniem się lin, obsługa zwalnia ogon i szybowiec zostaje „wystrzelony" do lotu.



Rys. 77. Ustawienie szybowca do startu z lin gumowych



Rys. 78. „Wydarty" start z lin gumowych

W razie zacięcia się zaczepu ogonowego (lub innych okoliczności uniemożliwiających start) instruktor poda komendę „wróć". Po tej komendzie obsługa powinna przerwać naciąganie i bardzo powoli, zapierając się silnie nogami o zbocze, równomiernie zmniejszać naprężenie obu lin.

Start z lin gumowych charakteryzuje duże przyśpieszenie, które może spowodować mimowolne ściągnięcie drążka przez pilota. Grozi to zadarciem szybowca po starcie i dynamicznym przeciągnięciem, czemu sprzyja kierunek strug wiatru (rys. 78). Jeżeli start odbywa się przy słabym wietrze, to niekiedy, w celu ułatwienią startu, potrzebne jest niewielkie ściągnięcie drążka przytrzymujące ogon przy ziemi. Po starcie należy wykonać pierwszy zakręt dopiero po uzyskaniu wysokości co najmniej 50 m nad teren.

2. Doskonalenie lądowania

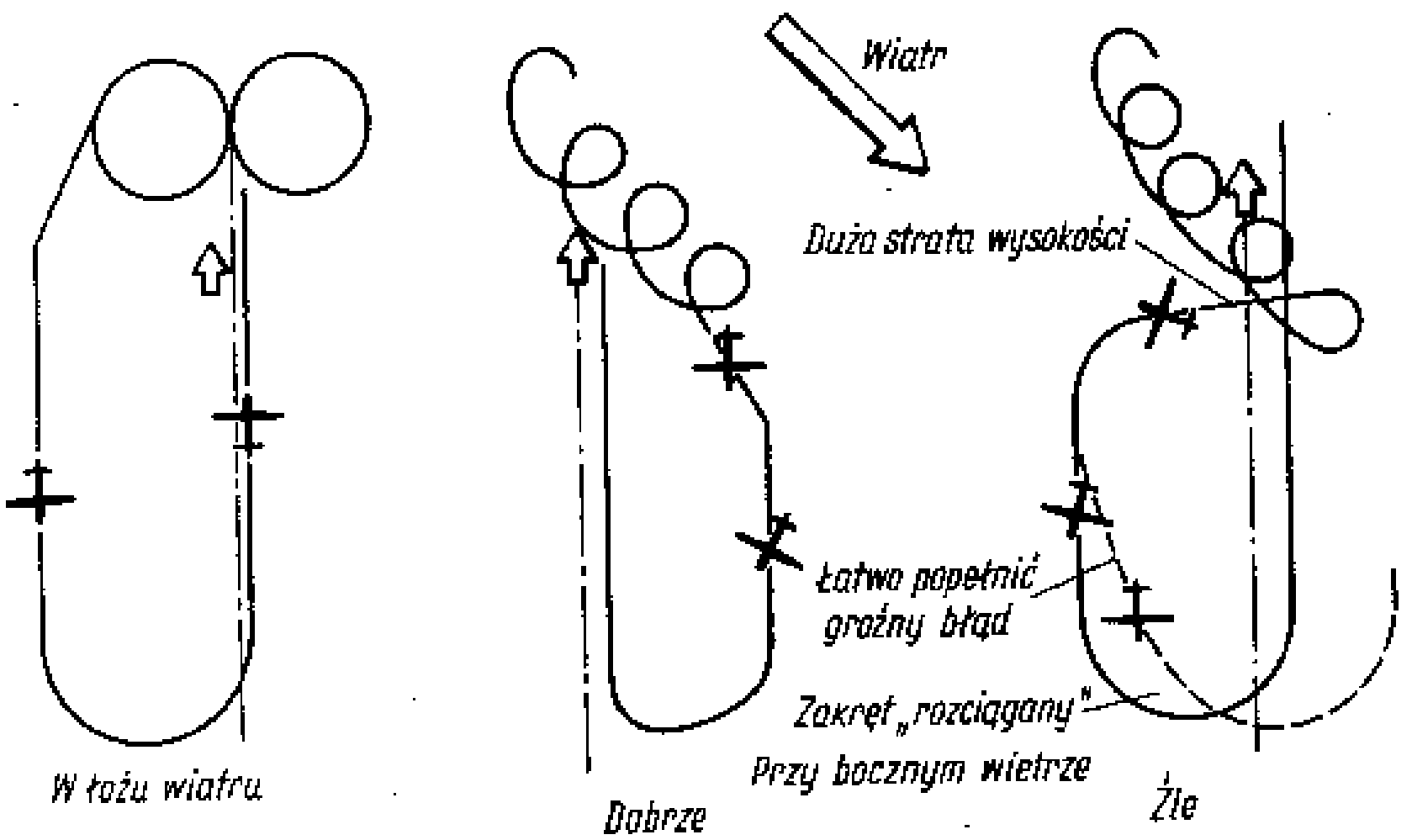
Przed przystąpieniem do lotów termicznych i żaglowych, które stwarzają wiele skomplikowanych i trudnych sytuacji w powietrzu, pilot powinien dojść do perfekcji w wykonywaniu różnych manewrów do lądowania oraz opanować celne lądowanie w różnych warunkach meteorologicznych i terenowych. W tym celu wykonuje się różnego rodzaju podejścia do lądowania nad lotniskiem traktowanym jako teren przygodny, kończące się próbą przyziemienia szybowca i zakończenia dobiegu w terenie oznaczonym. Aby utrudnić ćwiczenia, zasłania się w kolejnych lotach wysokościomierz i usuwa znaki startowe.

Doskonaląc się w lądowaniu na celność trzeba stopniowo obniżać wysokość rozpoczęcia manewru do 200 i 150 m znad znaków oraz przybliżać cały manewr do punktu przyziemienia, pamiętając, że zapas wysokości można zawsze wytracić hamulcami aerodynamicznymi, natomiast raz utraconej rezerwy wysokości już nie da się odzyskać. Mając to na uwadze niektóre odcinki manewru do lądowania należy wykonywać z otwartymi hamulcami, wytracając już niepotrzebną w danej chwili rezerwę wysokości (patrz schematy manewrów). Opanowanie techniki tzw. stromego zejścia do lądowania jest bardzo przydatne w terenie przygodnym.

Sposoby manewrowania do lądowania. Wszelkie manewry do lądowania kończą się trzema podstawowymi podejściami: znanymi już pilotowi podejściami z zakrętu

o 90° i 180° oraz podejściem z prostej. To ostatnie może być stosowane tylko jako ostateczność, gdyż odbywa się po dolocie do lądowiska i bez jego normalnego przeglądu. Dwa pozostałe są ostatnim etapem lotu nad lotniskiem lub lądowiskiem i pozwalają na obejrzenie terenu.

Podejście z zakrętu o 180° (rys. 79) kończy zazwyczaj krąg dwuzakrętowy lub jest stosowane po wykonaniu



Rys. 79. Podejście do lądowania z zakrętu o 180°

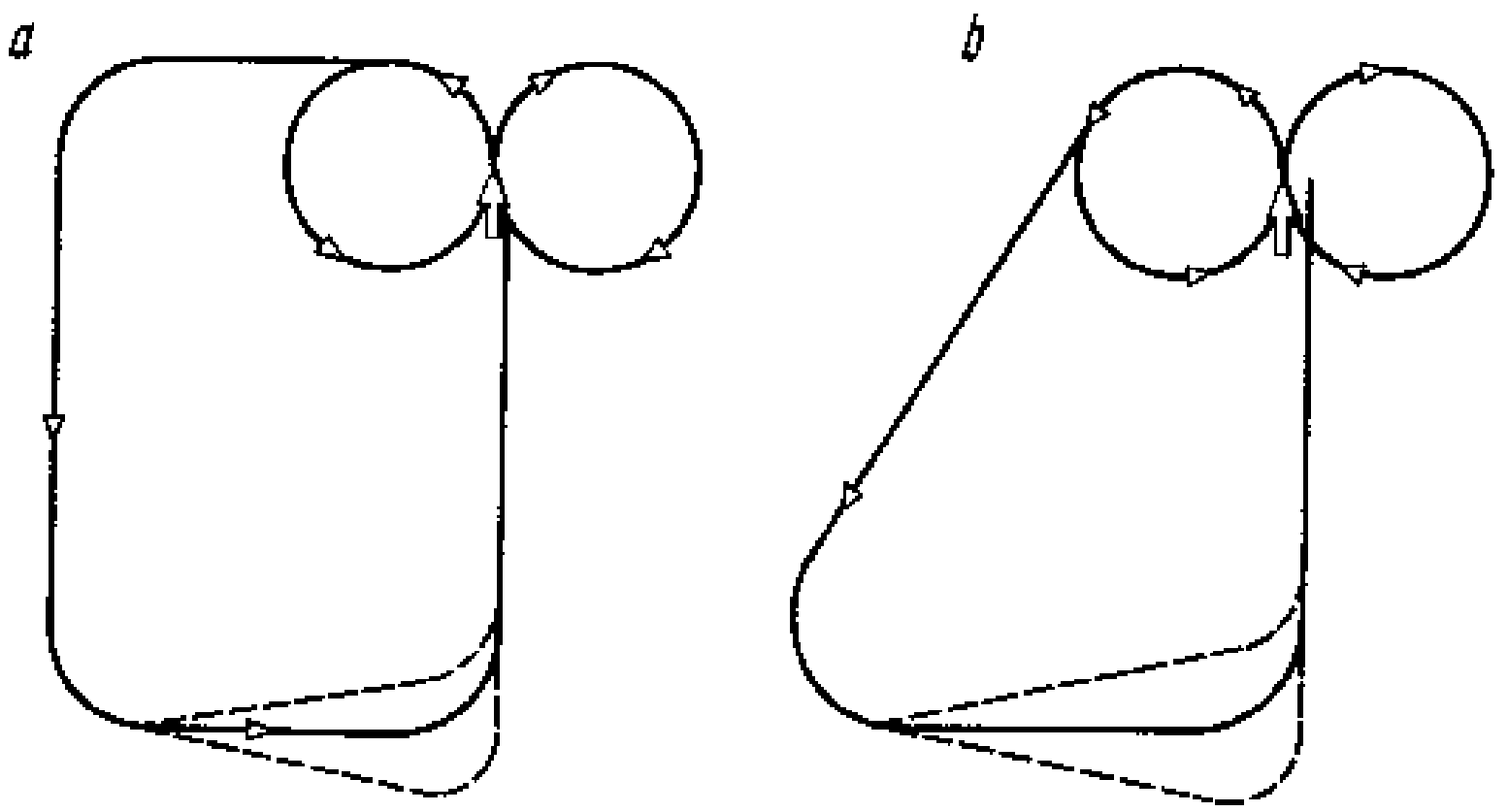
okrążeń nad miejscem przyziemienia, gdy wysokość nie pozwala na rozciągnięcie kręgu. Przy bocznym wietrze wykonuje się je zawsze tak, aby wiatr odpychał szybowiec od linii lądowania. Należy unikać przy tylnym wietrze dalekiego odejścia od miejsca przyziemienia utrudniającego ocenę kąta wysokości. Podstawowym warunkiem dobrego obliczania jest zachowanie właściwej odległości przed zakrętem do linii lądowania.

Podejście z zakrętu o 90° jest najwłaściwszym i najpewniejszym sposobem dokładnego obliczenia. Pokazany na rysunku 80 wariant a należy stosować przy dostatecznym zapasie wysokości po wykonaniu okrążeń nad miejscem przyziemienia. Wariant b (rys. 80) należy stosować przy małej wysokości, gdy boczny wiatr nanoszący na linię lądowania czyni niecelowe podejście z zakrętu o 180°.

W niektórych przypadkach, przy dużym nadmiarze wysokości lub przy napotkaniu wznoszeń, podejście z zakrętu o 90° poprzedza się tzw. „esowaniem" (rys. 81). „Esy", to wykonywane na przemian zakręty o ponad 180°, pozwa-

lające na stopniowe zniżanie się szybowca w stałej odległości od miejsca przyziemienia. Przybliżanie się w esach prowadzi zwykle do zwiększania kąta wysokości, co powoduje lądowanie z przelotem.

Esowanie może być rozłożone na obie strony linii lądowania lub odbywać się po jednej ze stron. Esowanie jed-



Rys. 80. Podejście do lądowania z zakrętu o 90°

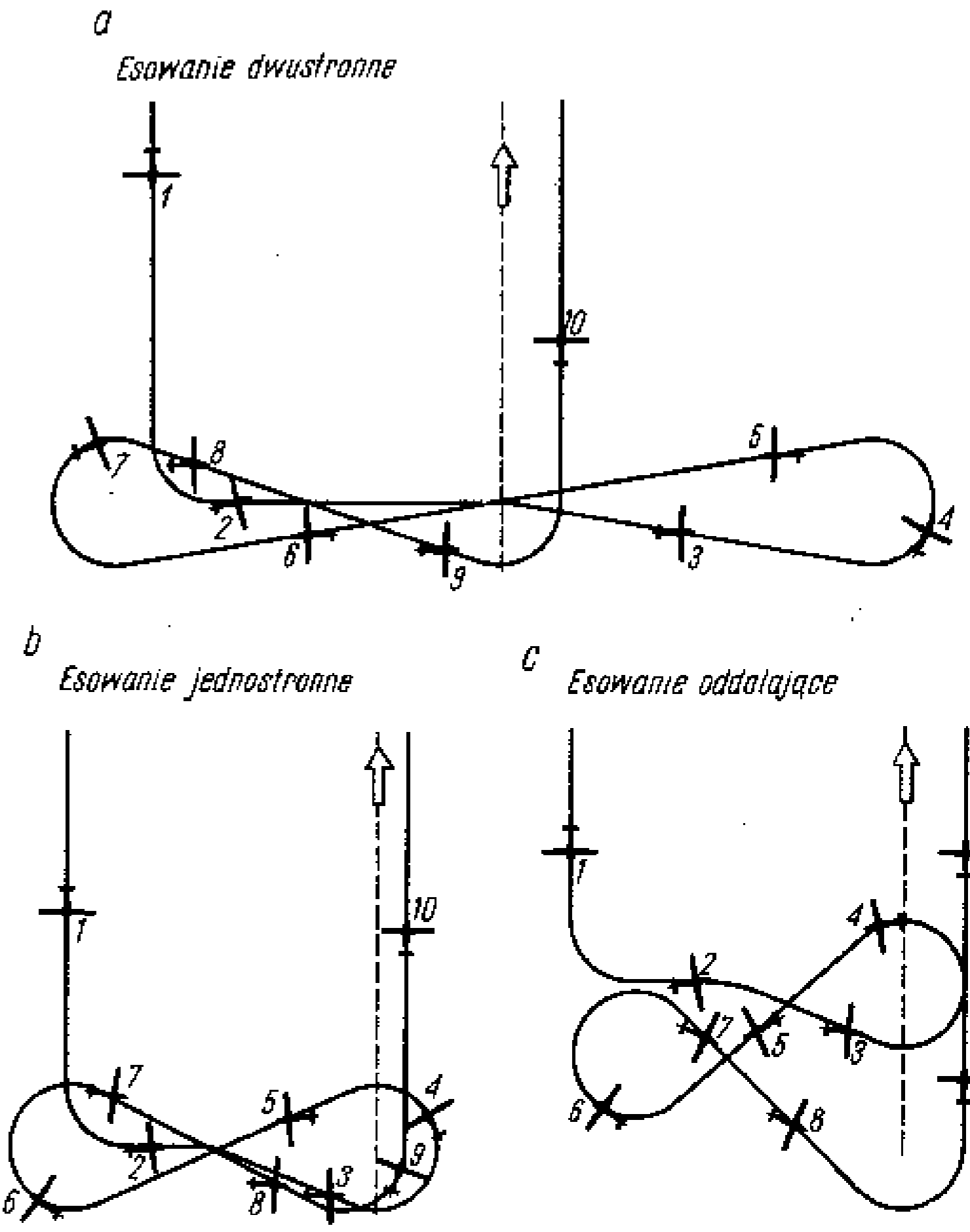
nostronne stosuje się podczas treningu nad lotniskiem, gdy jest wyłożony równolegle inny start (rys. 81b). Podczas esowania pilot powinien dzielić uwagę pomiędzy staranność pilotażu, zachowanie prędkości i koordynacji w zakrętach, zachowanie odległości esowania i ocenę kąta wysokości. W razie konieczności można stosować esowanie oddalające (rys. 81c).

U w a g a ! Patrzenie na miejsca przyziemienia w momencie rozpoczynania zakrętu przy esowaniu może doprowadzić do przeciągnięcia szybowca i mimowolnego korkociągu na małej wysokości. Mało zaawansowani piloci, którzy nie nauczyli się jeszcze swobodnego wykonywania prawidłowych zakrętów, powinni unikać esowania.

Przy tylnym wietrze konieczne jest dalekie odejście szybowca od punktu przyziemienia. Odejście to odbywa się pod wiatr, a więc wiąże się z większą stratą wysokości niż normalnie, w wyniku czego może być konieczne przedwczesne wykonanie zakrętu do lądowania, co doprowadza do nieuchronnego przelotu. Dlatego manewr do lądowania z tylnym wiatrem należy rozpocząć z większej niż normalnie wysokości, a ewentualny jej nadmiar wytracić hamulcami na prostej prostopadłej do linii lądowa-

nia (rys. 82). Nie należy zapominać o utrzymywaniu na tej prostej poprawki na wiatr.

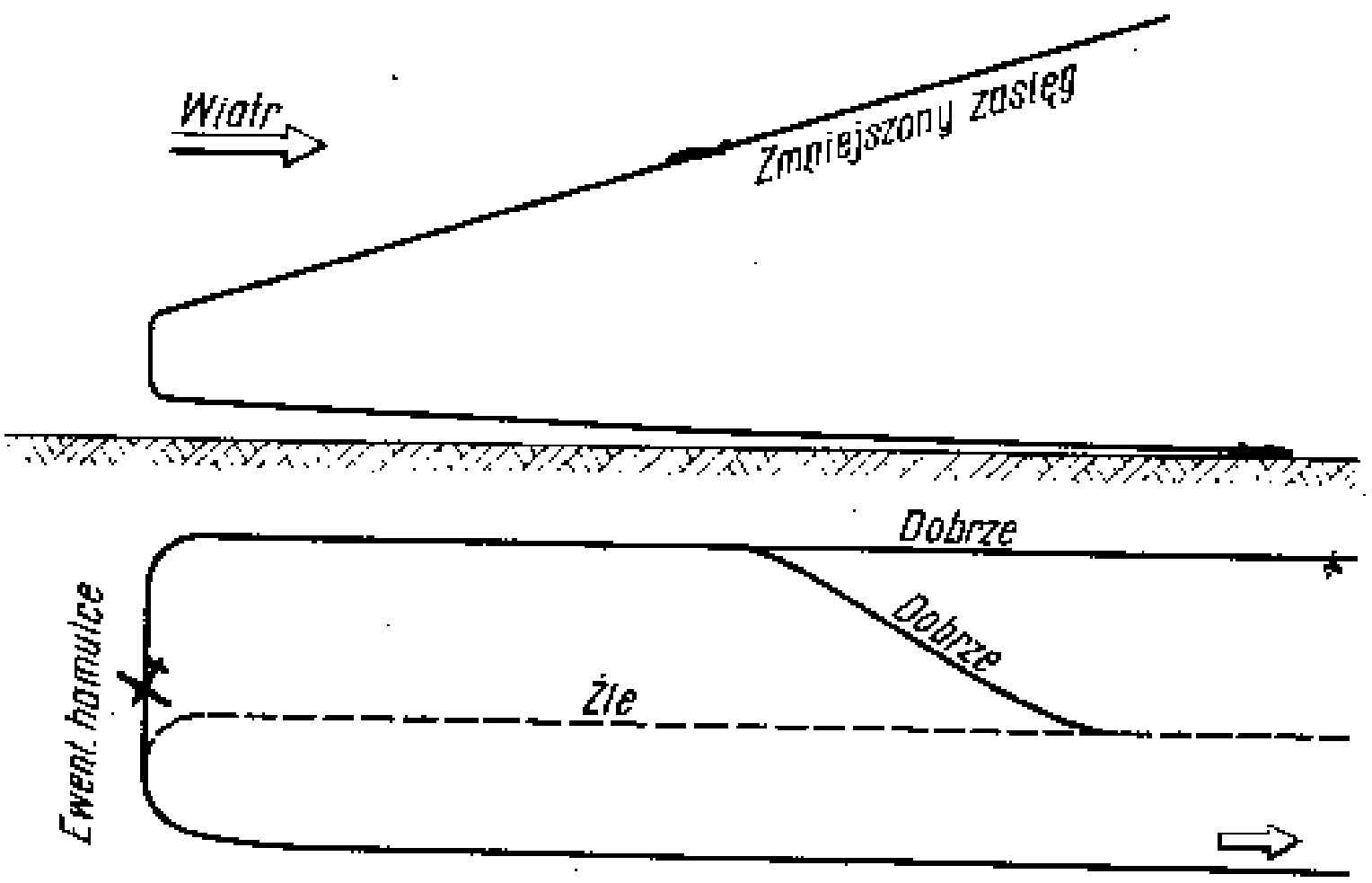
Szybowanie do lądowania. Podczas szybowania do lądowania pilot wytraca pozostałą rezerwę wysokości. Etap ten decyduje ostatecznie o celności lądowania. Podczas szybowania można stosować wytracanie rezerwy wysokości hamulcami, ześlizgiem lub jeśli to konieczne — ześlizgiem połączonym z otwarciem hamulców. Użycie hamulców aerodynamicznych w tej fazie lotu zostało już omówione. Wytracanie wysokości ześlizgiem kierunkowym, wobec skuteczności i wygody użycia hamulców, schodzi na plan drugi i ma charakter treningu do łącznego sto-



Rys. 81. Esowanie.
Cyfry oznaczają kolejne pozycje szybowca podczas manewru

sowania ześlizgu i hamulców lub na wypadek zacięcia się hamulców.

Przed wprowadzeniem szybowca w ześlizg należy upewnić się o posiadanym zapasie wysokości. Wprowadzenie powinno odbywać się przez powolne pogłębianie przechylenia, co ułatwia ocenę zmiany kąta szybowania. W razie zauważenia nadmiernego wzrostu kąta szybowania należy



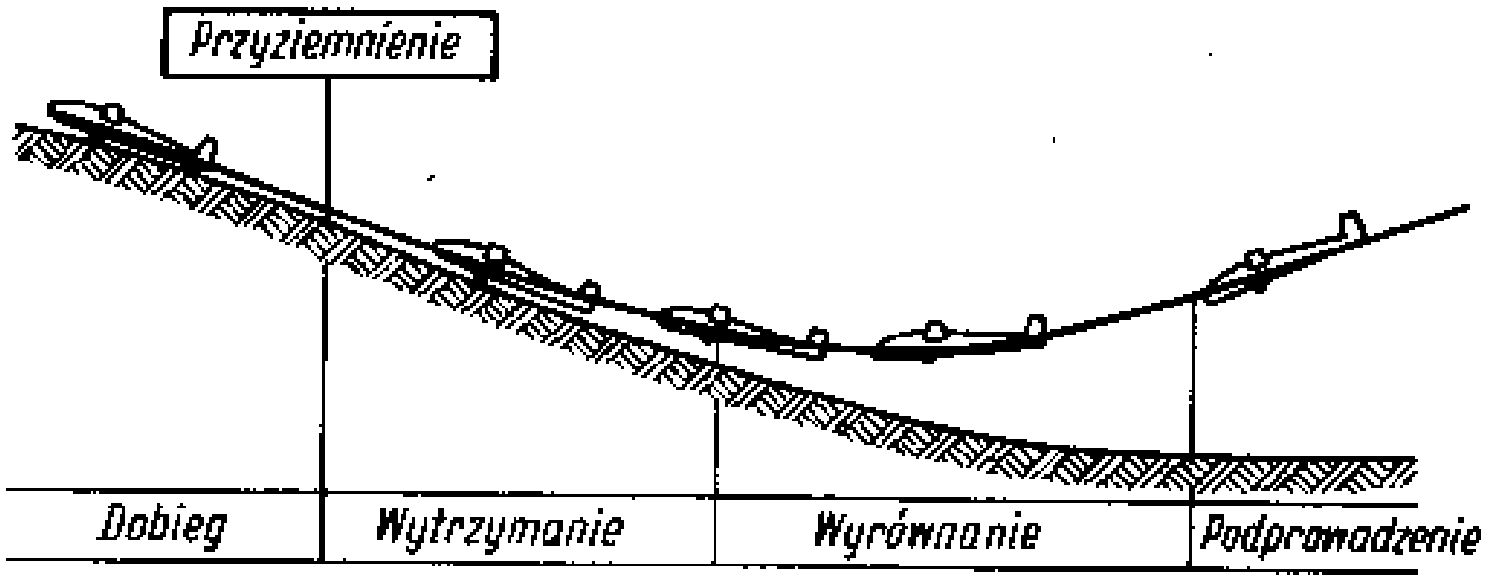
Rys. 82. Podejście do lądowania z tylnym wiatrem

zmniejszyć przechylenie i kąt ześlizgu. Przy sprawnych hamulcach należy ześlizg przerwać na 30 m i dalsze poprawki obliczenia prowadzić hamulcami. W razie bezwzględnej konieczności, ześlizg można kontynuować aż do wysokości wyrównania.

Podczas wyprowadzania należy zwrócić szczególną uwagę na zwiększenie pochylenia, aby nie dopuścić do zmniejszenia prędkości przed lądowaniem. Rozpędzenie szybowca w ześlizgu lub przy wyprowadzaniu, przez nadmierne zwiększenie pochylenia, niweczy efekt wytracenia rezerwy wysokości. Wykonując ześlizg połączony z otwarciem hamulców trzeba zachować większe pochylenie i wyżej rozpocząć wyprowadzanie. Jeżeli w czasie wyprowadzania szybowiec bardzo szybko zbliża się do ziemi, należy przymknąć hamulce.

Lądowanie pod stok. Na pochylonych lądowiskach górskich lądowanie odbywa się pod stok. Profil takiego lądowania jest krótki, co umożliwia bezpieczne lądowanie na krótkich lądowiskach (rys. 83). Nachylenie lądowiska wymaga podprowadzenia szybowca z prędkością zwiększoną,

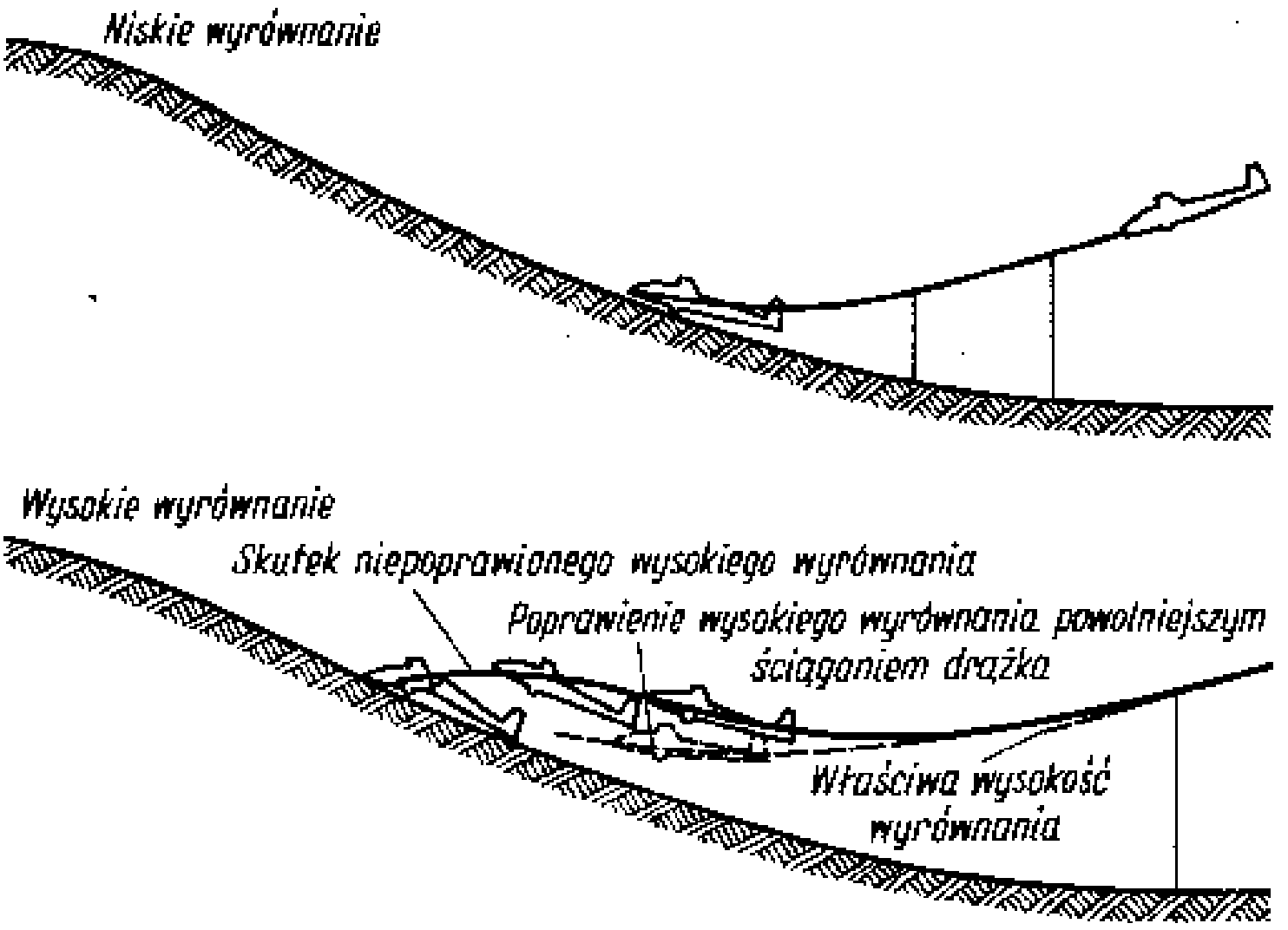
ponieważ równoległe wytrzymanie do stoku odbywa się w locie wznoszącym. Praktycznie prędkość szybowania i podprowadzenia należy zwiększyć o tyle km/godz, ile wynosi nachylenie stoku w stopniach. Przy nachyleniu stoku



Rys. 83. Lądowanie pod stok

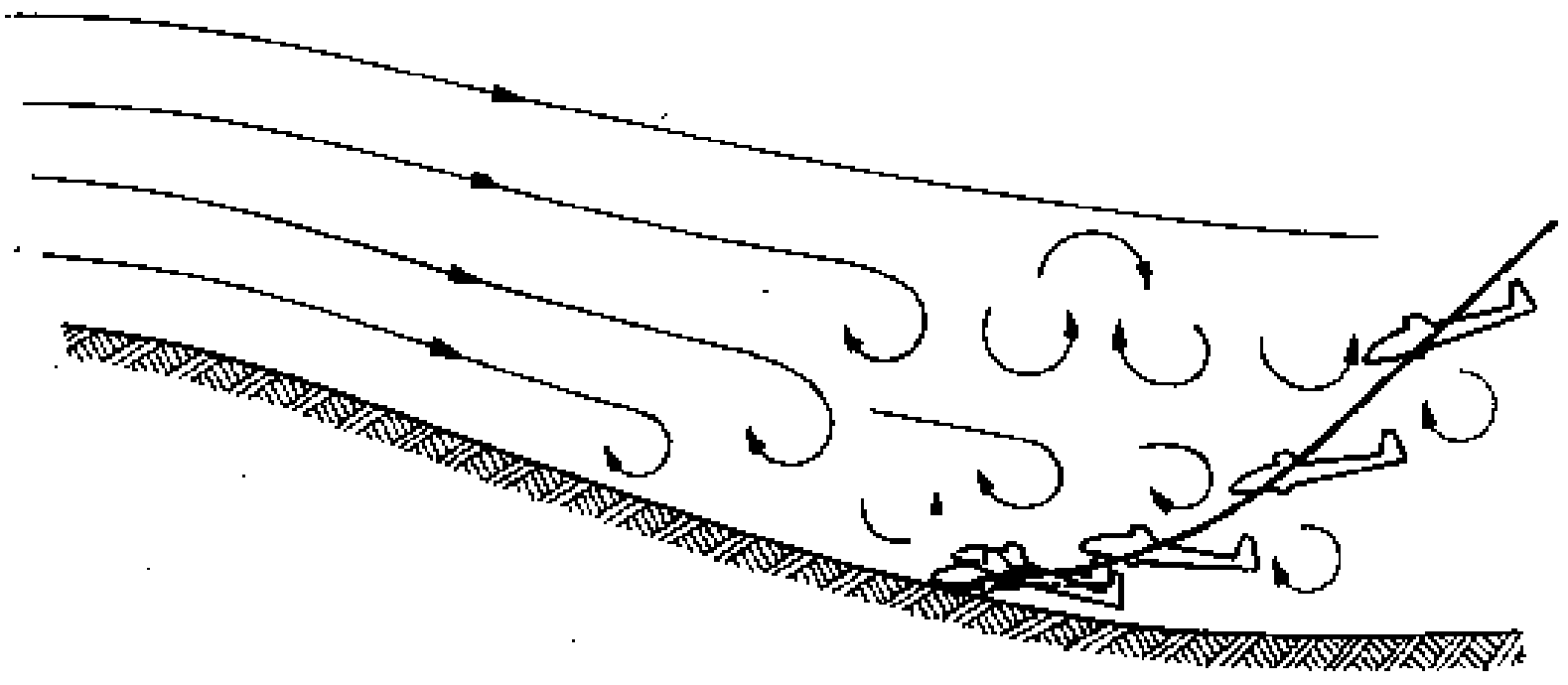
ponad 20° zaleca. się profil lądowania wykonywać z całkiem zamkniętymi hamulcami aerodynamicznymi.

Nachylenie stoku utrudnia ocenę kąta wysokości i może powodować skłonność do obliczania z przelotem, szczególnie w ciszy lub przy tylnym wietrze, gdy istnieje wślizg powietrza wzdłuż stoku. Wiatr czołowy, gdy stok tworzy zawietrzną, wymaga zwiększenia prędkości o prędkość wiatru (ponad prędkość wynikającą z reguły nachylenia stoku). Ocena wysokości wyrównania nasuwa trudności przy większych pochyleniach stoku. Niskie wyrównanie może nie dać się skompensować szybkim ściągnięciem drążka (rys. 84).



Rys. 84. Niewłaściwa wysokość wyrównania podczas lądowania pod stok

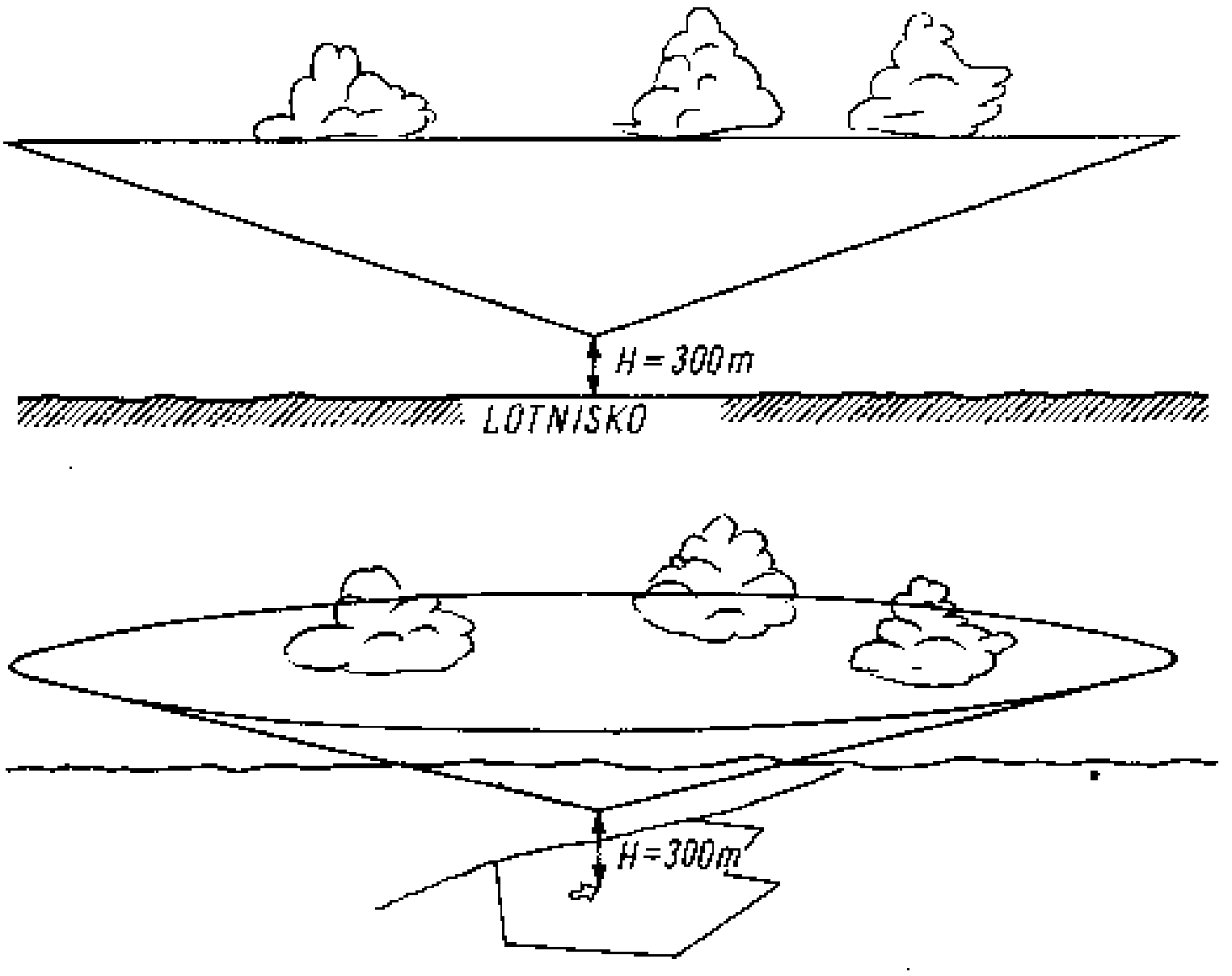
Zbyt wysokie wyrównanie wiąże się z przepadaniem szybowca do stoku, jest jednak korzystniejsze, gdyż nadmiar prędkości podprowadzenia pozwala na dozowanie tempa ściągania drążka stosownie do prędkości zbliżania się ziemi (rys. 84). Podprowadzenie do lądowania bez zapasu prędkości jest poważnym błędem, szczególnie przy wietrze czołowym (rys. 85).



Rys. 85. Podprowadzenie do lądowania pod stok na zawietrznej z małą prędkością

3. Technika i taktyka lotu termicznego

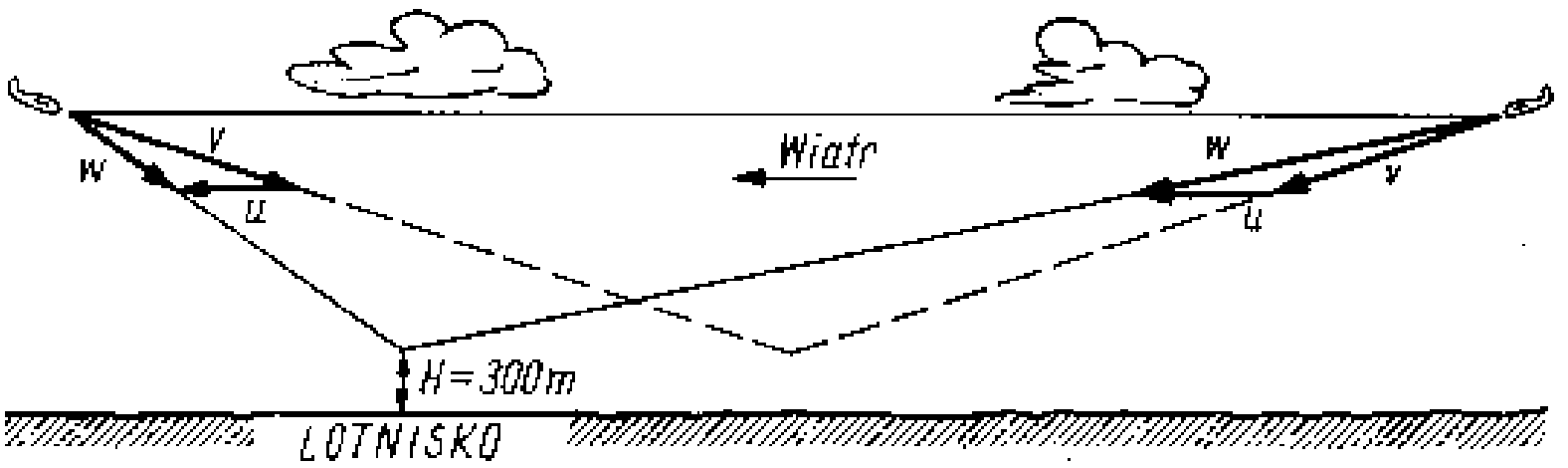
Prądy termiczne są najczęściej występującymi i wykorzystywanymi przez szybowników prądami atmosfery. Obecnie większość szybowników pierwsze swe loty z wy-

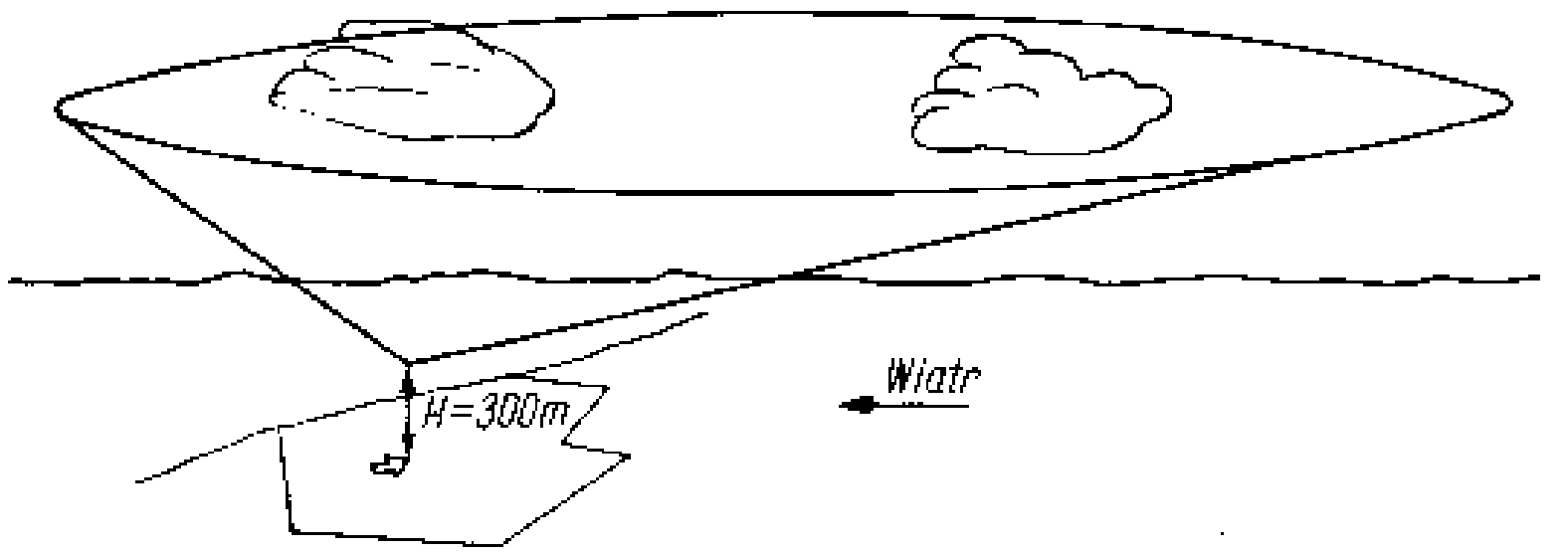


Rys. 86. Strefa zasięgu przy bezwietrznej pogodzie

korzystaniem wznoszeń wykonuje na termice. Ogromne doświadczenie zdobyte w lotach termicznych przez pilotów wyczynowych umożliwia nowicjuszom szybkie opanowanie zasad lotu termicznego, pod warunkiem zapoznania się ze wskazówkami wynikającymi z tych doświadczeń.

Strefa zasięgu i rejon lotów termicznych. Nadlotniskowy lot termiczny powinien się odbywać przy stałej możliwości





Rys. 87. Deformacja strefy zasięgu wywołana przez wiatr

dolotu szybowca do lotniska, bez wykorzystania na trasie dolotu wznoszeń. Inaczej mówi się, że szybowiec powinien stale się znajdować w strefie zasięgu. W warunkach bezwietrznych strefa zasięgu stanowi przestrzeń wewnątrz odwróconego stożka (rys. 86), którego wierzchołek znajduje się na wysokości 300 m nad środkiem lotniska (wysokość niezbędna do wykonania kręgu), a podstawa na wysokości chmur, pomniejszonej o co najmniej 100 m w celu zachowania bezpieczeństwa. Kąt nachylenia pobocznicy stożka równy jest kątowi zasięgu szybowca (skos pobocznicy równy zasięgowi).

Wiatr powoduje pochylenie stożka w tę stronę, z której wieje (rys. 87). Zasięg szybowca przy wietrze obliczamy z wzoru:

$$Z = D\ (1 \pm \frac{U_w}{V}\ )$$

gdzie:

D — doskonałość szybowca,

V — prędkość powietrzna szybowca w km/godz,

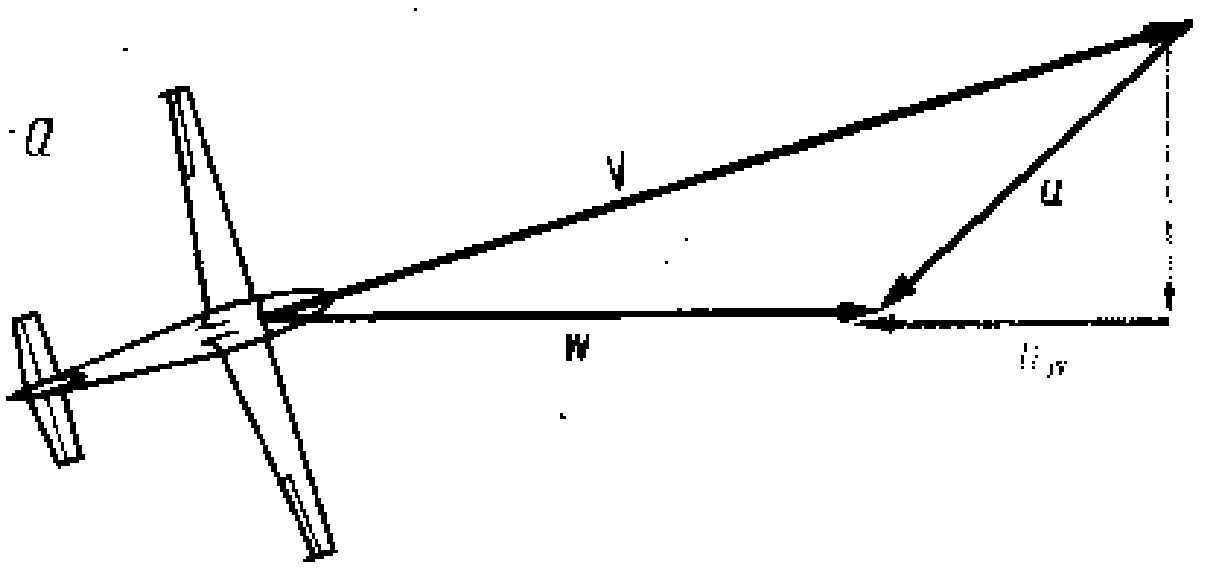
U_w — składowa wiatru w km/godz (rys. 88).

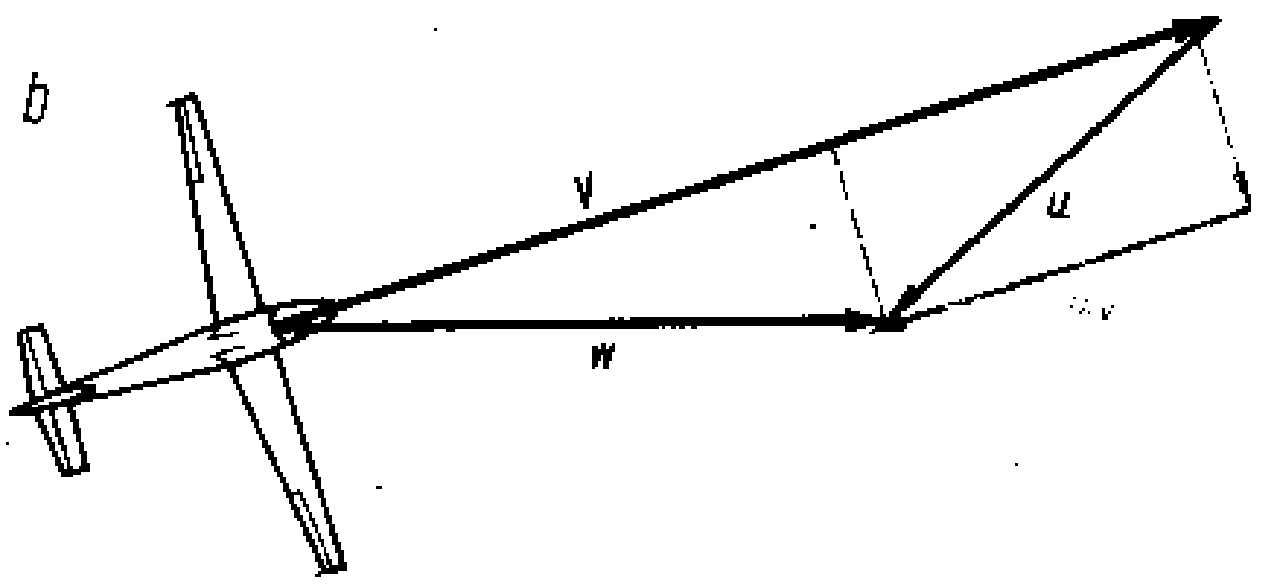
W praktyce można stosować wzór uproszczony, przystosowany do liczenia w pamięci:

$$Z = D \pm U_w$$

gdzie U_w wyrażona jest w m/sek.

Ponieważ rzeczywisty zasięg szybowca zależy nie tylko od wiatru, lecz również od prądów pionowych i jest tym mniejszy, im silniejsze są duszenia, bezpieczny zasięg jest mniejszy od rzeczywistego. Dlatego obliczając skos dla





Rys. 88. Składowe wiatru U_w i U_v

a — składowa wiatru wpływająca na zasięg, *b* — składowa wiatru wpływająca na prędkość największego zasięgu

strefy zasięgu, czyli granicę wysokości krytycznej, należy zasięg wynikający z uwzględnienia wiatru pomnożyć przez współczynnik pewności dolotu, tym mniejszy, im mniejszą pewność dolotu dają przewidywane warunki meteorologiczne. Współczynnik pewności dolotu przyjmuje się w granicach od 0,5 do 0,8. Im pilot jest nniej zaawansowany w lotach termicznych, tym mniejszy powinien przyjąć współczynnik pewności dolotu. Do obliczenia wysokości krytycznej przyjmujemy wiatr górny, silniejszy od dolnego.

Przestrzeganie zasady lotu powyżej wysokości krytycznej jest możliwe pod warunkiem znajomości rejonu lotów wokół lotniska. Zapoznanie się z rejonem lotów polega na przestudiowaniu mapy o skali nie większej niż 1 : 500 000, zapamiętanie odległości i kierunku charakterystycznych obiektów terenowych od lotniska oraz ich wzajemnego położenia. Znajomość rejonu lotów zapobiega zgubieniu się w powietrzu oraz daje pilotowi wyobrażenie o położeniu w terenie strefy zasięgu, a więc praktycznie — o minimalnych, dopuszczalnych wysokościach nad charakterystycznymi obiektami.

Przed lotami termicznymi należy koniecznie przestudiować mapę rejonu lotów. Niezależnie od znajomości rejonu trzeba zabierać z sobą mapę do lotów termicznych nad lotniskiem. Nie tylko ułatwia to orientację w terenie, ale stanowi również trening w prowadzeniu orientacji wzrokowej według mapy, niezbędnej podczas przelotów. Trening ten polega na identyfikacji obiektów dostrzeżonych w terenie z zaznaczonymi na mapie oraz na ocenie odległości między obiektami w terenie i porównaniu z odległością wynikającą z mapy.

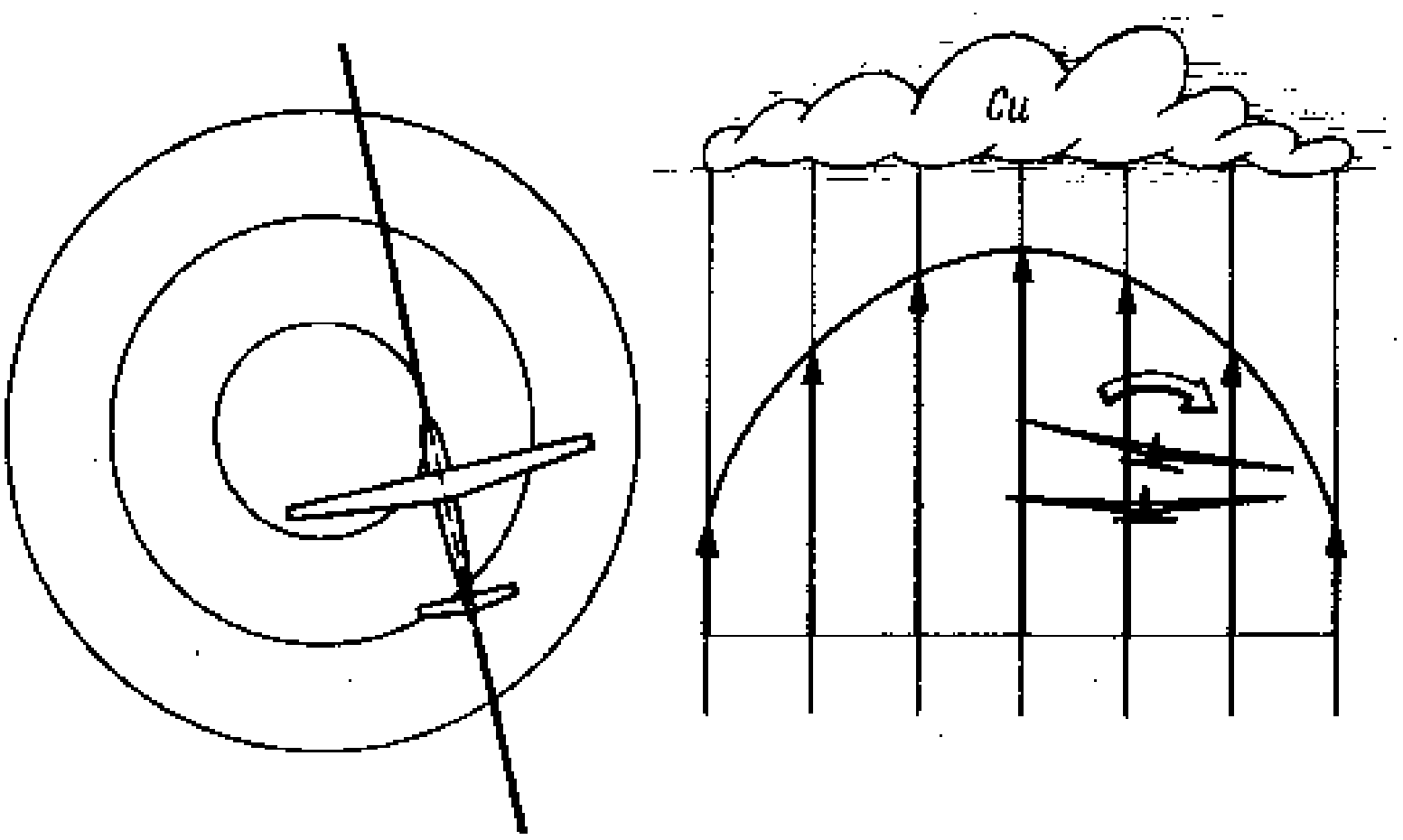
Centrowanie komina termicznego i krążenie w kominie. Małe średnice kominów termicznych wykluczają możliwość wykorzystywania ich w locie prostym i stwarzają konieczność krążenia w celu utrzymania się w obrębie prądów wstępujących. Prędkość tych prądów wzrasta ku środkowi komina. Należy więc orbitę krążenia zbliżyć do centrum komina i tak ją ułożyć, aby znajdowała się w strefie mniej więcej jednakowego wznoszenia, co zmniejsza niezależne od sterowania skoki prędkości i pozwala na wykorzystanie najsilniejszych wznoszeń. Czynność ta nazywa się centrowaniem komina.

Wlotowi szybowca do komina towarzyszą:

1) turbulencja i wyczuwalne wznoszenie szybowca,
2) gwałtowne zmniejszenie pochylenia szybowca i wzrost prędkości,
3) ruch wskazówki wariometru w górę.

Jeżeli szybowiec wleci w komin wzdłuż siecznej (rys. 89), sygnalizowane to jest przechyleniem się w stronę mniejszych wznoszeń. Należy wtedy zakrążyć w stronę przeciwną do przechylenia się szybowca. Eliminowanie chwilowego wzrostu prędkości przez ściągnięcie drążka jest częstym błędem prowadzącym do spadku prędkości i utrudnienia sterowania poprzecznego. Prawidłowa reakcja polega na niedopuszczeniu zmniejszenia pochylenia szybowca.

Gdy podczas wlotu do komina kierunek silniejszych wznoszeń nie jest sygnalizowany, można zakrążyć w dowolną stronę, chyba że kierunek ten narzucają krążące już w kominie szybowce. Rozpoczęcie krążenia powinno nastąpić po upływie około 5 sek od chwili wlotu do komina,

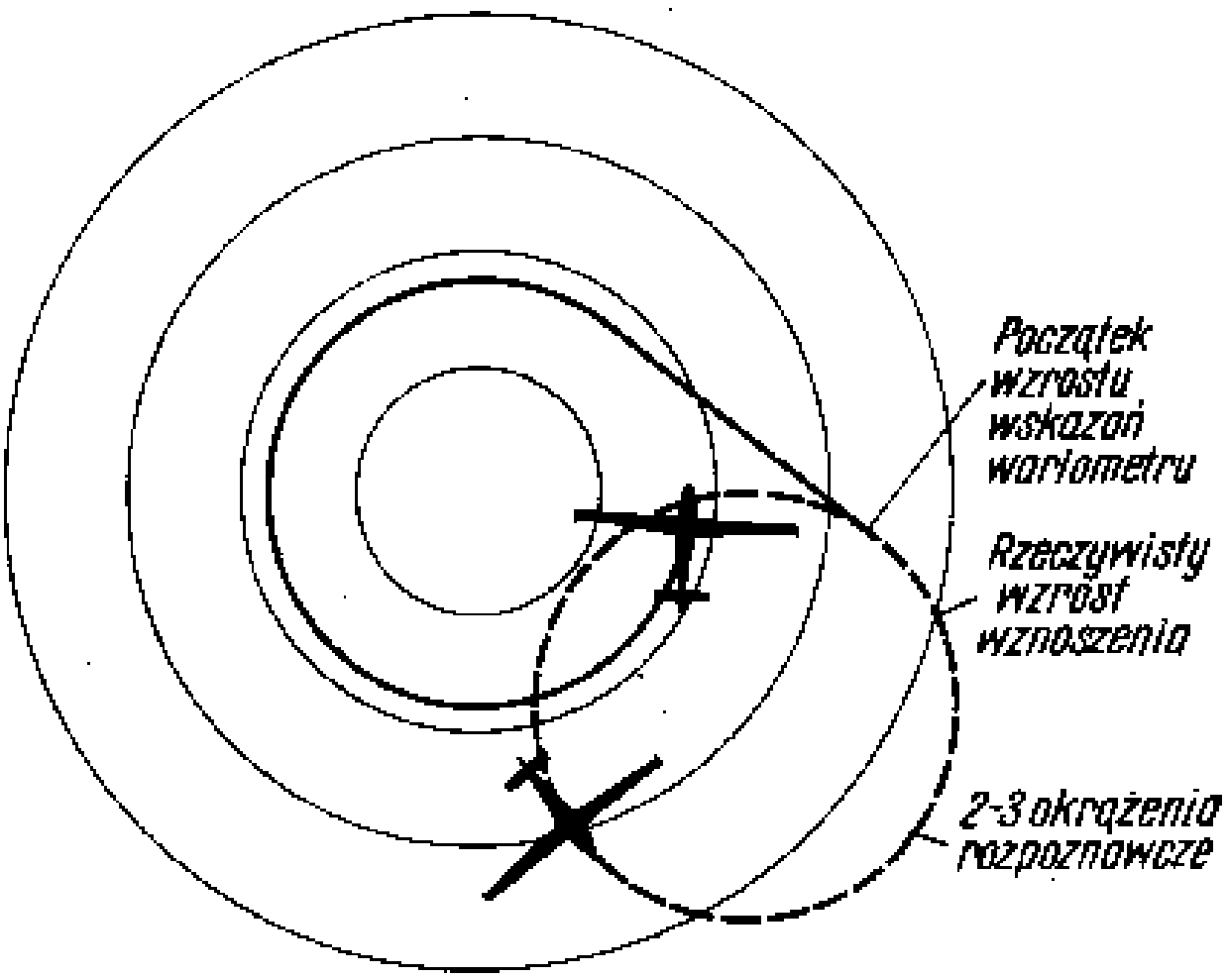


Rys. 89. Wlot do komina termicznego „po siecznej"

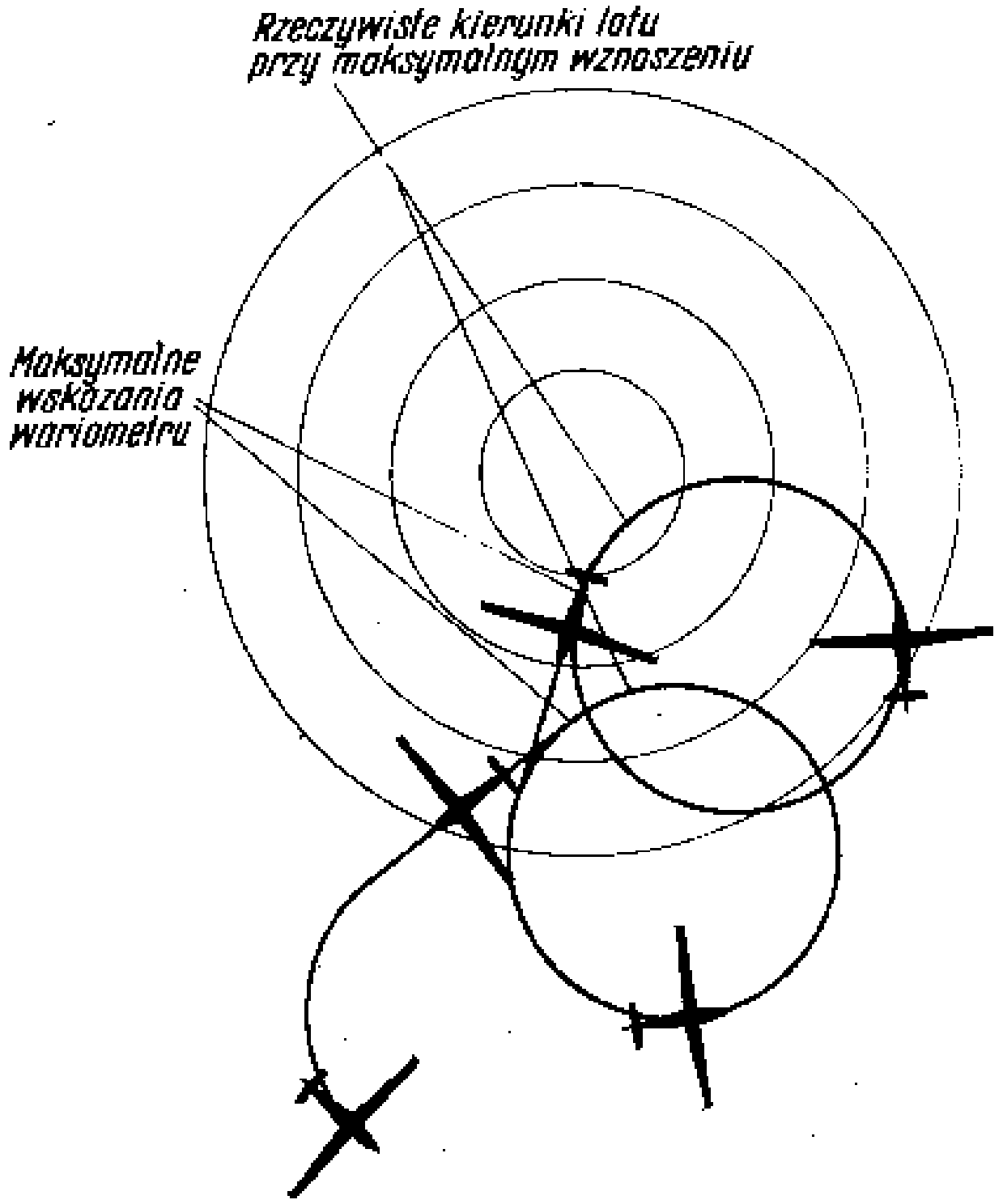
w momencie gdy wskazówka wariometru zatrzyma swą wędrówkę w górę. W pierwszym okrążeniu trzeba ustalić na podstawie wskazań wariometru położenie centrum wznoszeń, w drugim lub ewentualnie trzecim okrążeniu należy upewnić się co do prawidłowości spostrzeżeń, po czym można przystąpić do centrowania komina.

Istnieje wiele sposobów centrowania komina. Dadzą się one sprowadzić do centrowania komina przez nachodzenie i odwrócenie kierunku krążenia.

N a c h o d z e n i e w kierunku wzrostu wskazań wariometru jest metodą najłatwiejszą dla początkującego szybownika. Polega ona na wyprostowaniu lotu lub zmniejszeniu przechylenia w kierunku, przy którym zaznacza się wyraźny i niechwilowy wzrost wskazań wariometru. Lot prosty należy kontynuować przez ok. 3 sek, w czasie których szybowiec przelatuje w kierunku centrum komina ok. 50 m (rys. 90), po czym należy ponownie zakrążyć. Zmniejszenie przechylenia na przeciąg $1 \div 3$ sek stosuje się w ciasnych kominach. Prostowanie lotu w kierunku, na którym wariometr wskazuje maksymalne wznoszenie, prowadzi do okrążenia komina „wianuszkiem" (rys. 91) i wypadnięcie z niego.

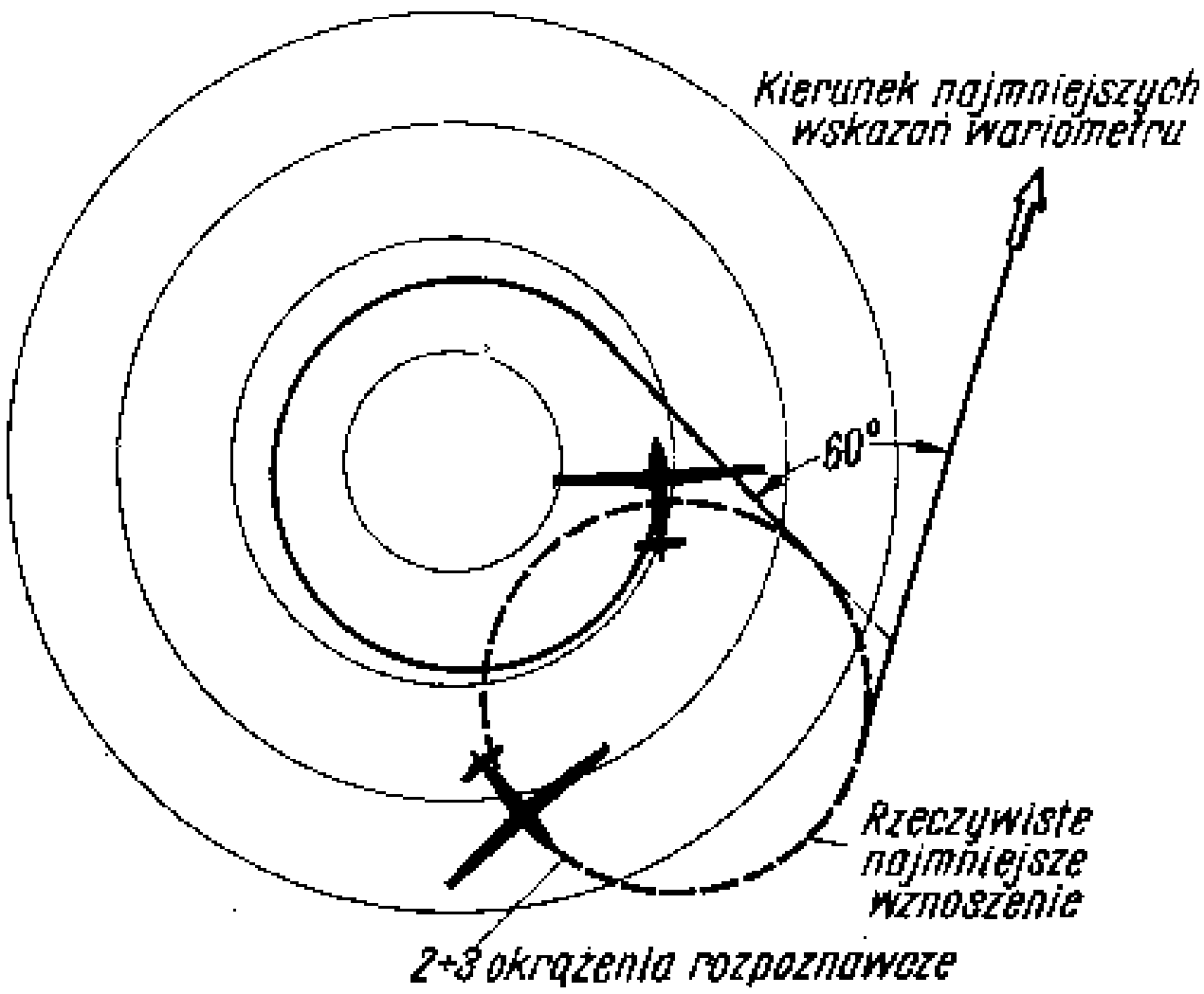


Rys. 90. Centrowanie przez nachodzenie w kierunku wzrostu wskazań wariometru



Rys. 91. Skutki nachodzenia w kierunku największych wskazań wariometru

Nachodzenie według najsłabszych wznoszeń jest metodą polegającą na wyprostowaniu lotu na ok. 3 sek na 60° za kierunkiem, przy którym wskazania wariometru



Rys. 92. Centrowanie przez nachodzenie wg najsłabszych wznoszeń

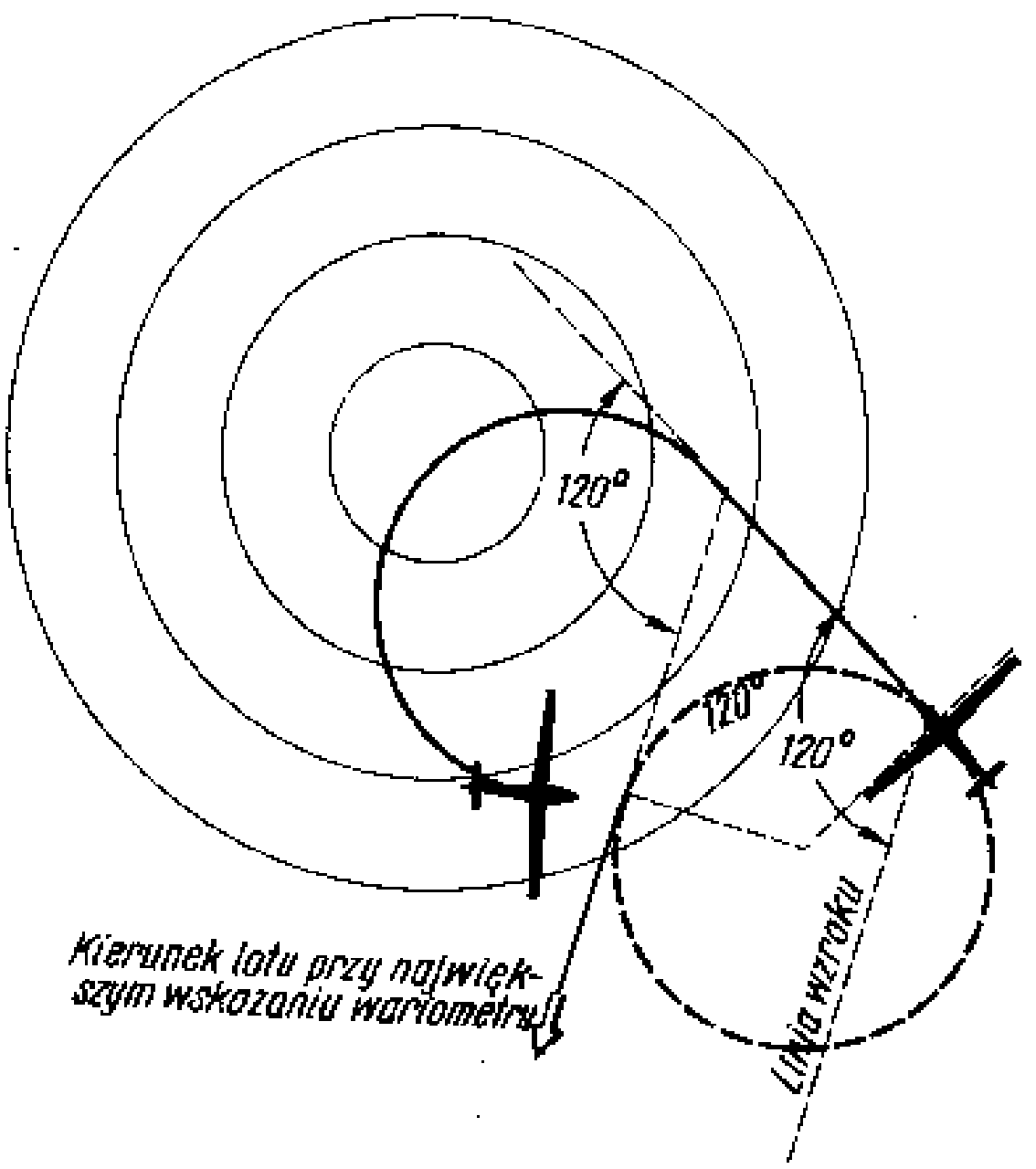
były minimalne (rys. 92). Metodę tę zaleca się, gdy większa część okrążenia wypada w obszarze wznoszeń.

Nachodzenie według najsilnieszych wznoszeń stosuje się, gdy większa część okrążenia „wystaje" poza komin. Kolejność czynności jest następująca: ustalenie kierunku w chwili maksymalnych wskazań wariometru, wyprostowanie toru lotu na przeciąg $2 \div 3$ sek na ok. 120° przed ustalonym kierunkiem, ponowne zakrążenie (rys. 93). Metoda ta jest trudna do zastosowania przez początkujących, ponieważ kierunek 120° leży 30° za zewnętrznym skrzydłem, patrząc z kabiny.

Odwrócenie kierunku krążenia jest skuteczną metodą, gdy znaczna część okrążenia znajduje się poza kominem. Stwarza ona jednak groźbę zgubienia wznoszeń, gdy ich obszar jest niewielki. Zmianę kierunku krążenia trzeba pozpocząć w chwili, gdy wariometr wskazuje maksymalne wznoszenie (rys. 94).

Opisane wyżej metody uwzględniają opóźnienie wskazań wariometru rzędu $1 \div 2$ sek oraz krążenie z przechyleniem ok. 30°, przy którym wzajemna proporcja promienia krążenia i opadania własnego szybowca pozwala na optymalne wykorzystanie komina.

Powodzenie w centrowaniu komina zapewnia prawidłowe określenie według widocznych obiektów terenowych kierunków lotu w momentach maksymalnych wskazań wariometru lub ich wzrostu oraz zachowanie stałego pochylenia. Zmiany pochylenia powodują fałszywą ocenę wznoszenia na podstawie wskazań wariometru zwykłego. Eliminowanie drążkiem wzrostu prędkości, gdy wzrasta wznoszenie staje się przyczyną spadku prędkości w chwili przesuwania się szybowca w kierunku malejącego wznoszenia. Powoduje to konieczność rozpędzania szybowca w chwili, gdy to jest najbardziej szkodliwe dla centrowania komina. Opieranie spostrzeżeń i decyzji na chwilowych skokach strzałki wariometru nie daje pożądanych rezultatów. Często spotykany ześlizg przy zwiększaniu przechylenia i wyślizg jako skutki braku koordynacji, zakłócają przebieg centrowania. Nadmierna prędkość jest przyczyną szkodliwego wzrostu promienia zakrętu, zbyt mała — pomniejsza sterowność poprzeczną.

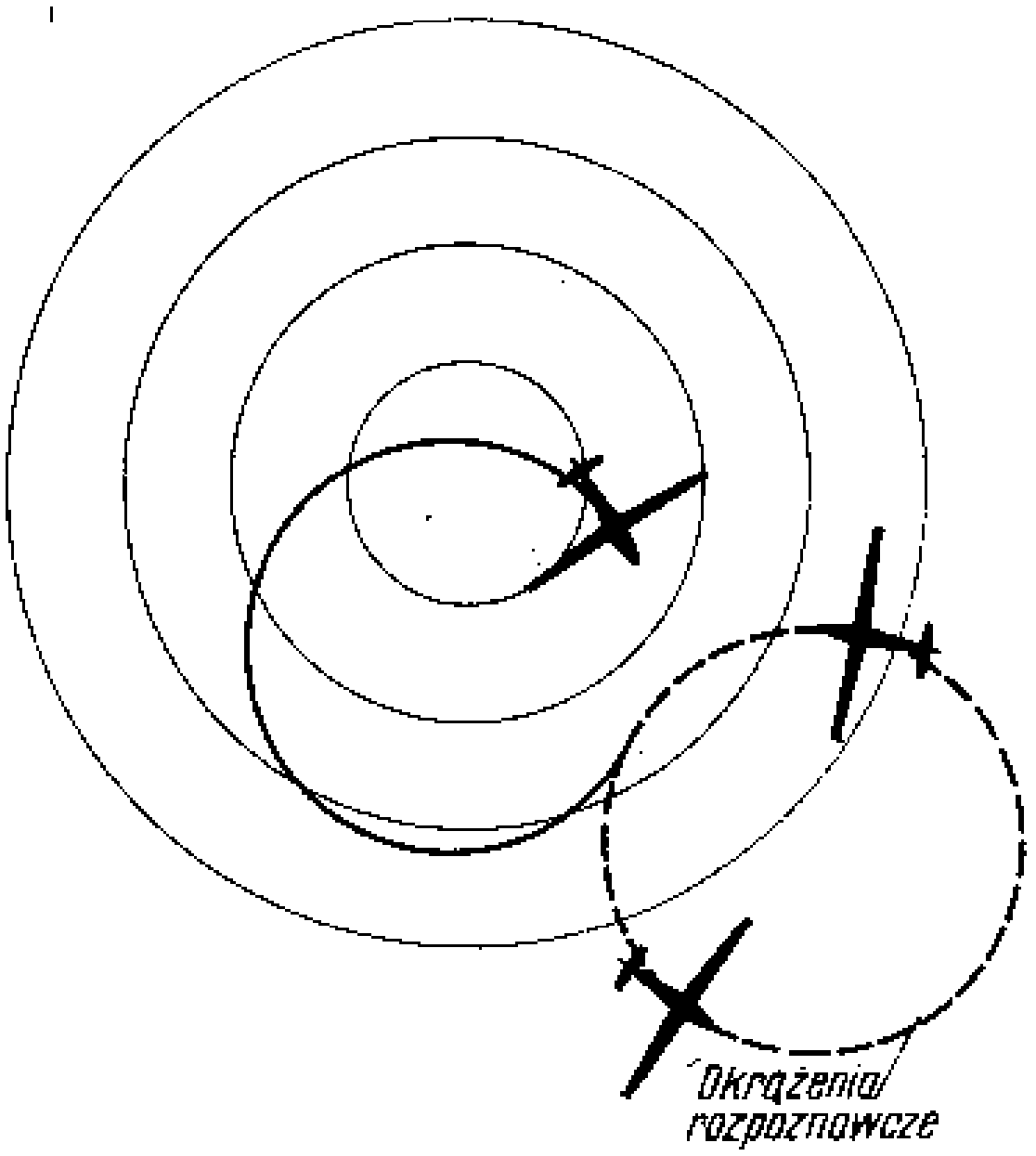


Rys. 93. Centrowanie przez nachodzenie wg najsilniejszych wznoszeń

Centrując komin należy przy wysokości poniżej 500 m stosować prędkość optymalną, na większej wysokości — prędkość ekonomiczną. Doświadczeni piloci mogą z powo-

dzeniem krążyć na prędkości minimalnej, jeżeli to jest opłacalne dla danego typu szybowca i rodzaju komina.

Młodzi piloci często przejawiają skłonność do nieustannego centrowania, oceniając kierunek najścia lub odwró-



Rys. 94. Centrowanie przez odwrócenie kierunku krążenia

cenia na podstawie spostrzeżeń z jednego okrążenia. Prowadzi to do częstego gubienia noszeń, szybkiego zmęczenia i wynikających stąd błędów sterowania. Należy przyjąć, że wahania strzałki wariometru nie przekraczające 0,5 m/sek świadczą o bardzo dobrym wycentrowaniu komina. W początkowych lotach, przy wahaniach dochodzących do 1 m/sek, a przy małych wysokościach — gdy całe okrążenie odbywa się bez opadania, należy uznać komin za wycentrowany.

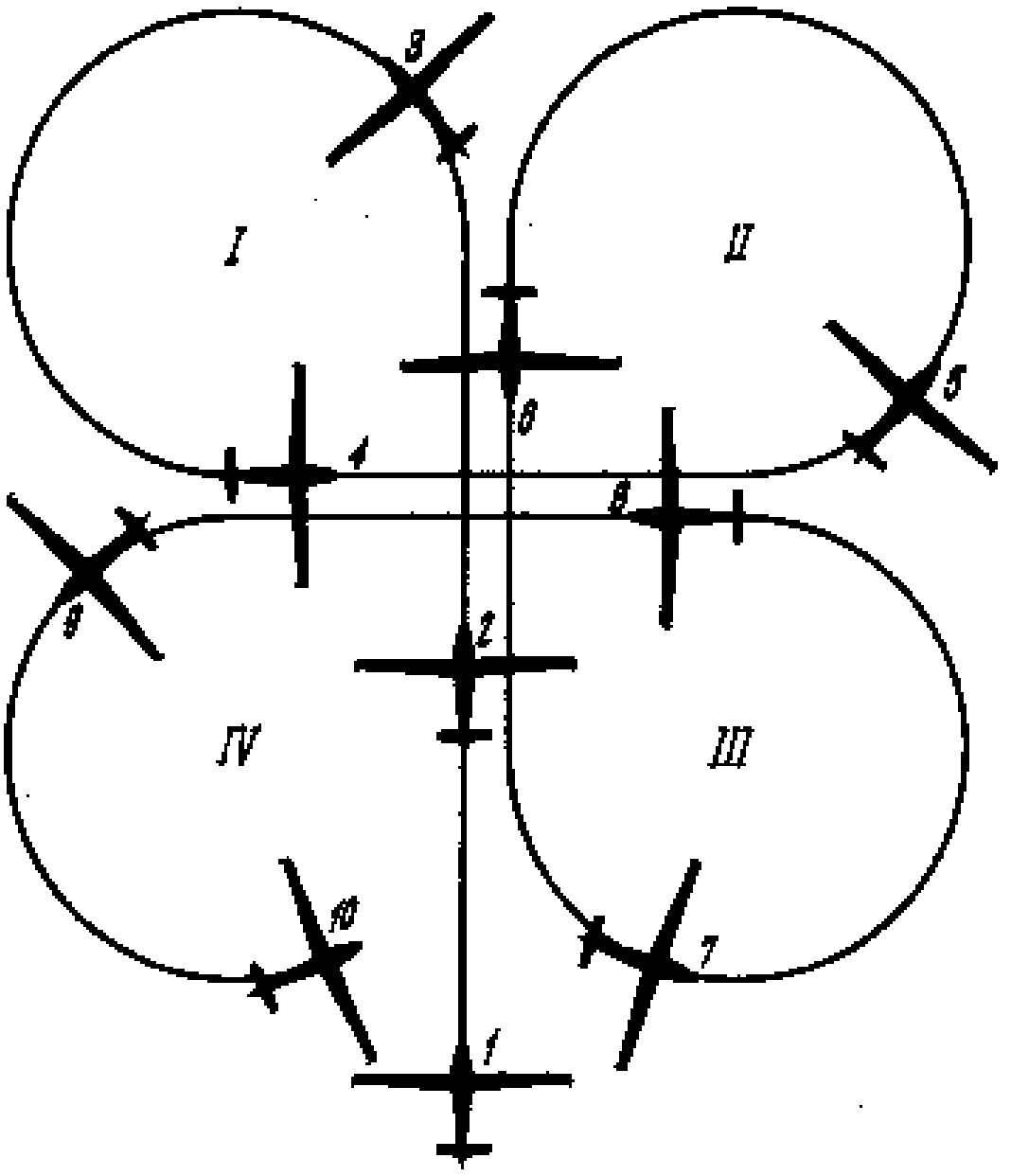
Najwłaściwszym przechyleniem w najczęściej spotykanych kominach jest przechylenie rzędu 30°. Przechylenie $40 \div 45°$ stosuje się na ogół tylko wtedy, gdy wymaga tego mały obszar wznoszeń. Obawa przed przechyleniem szybowca w krążeniu powoduje trudności w umiejscowieniu się w kominie, a nadmierne przechylenie — zmęczenie, błędy w sterowaniu wskutek skupienia uwagi na przyrządach i pogorszenie orientacji.

Podczas krążenia należy uwagę dzielić pomiędzy: wskazania wariometru, poprawność sterowania, obserwację innych szybowców, orientację terenową, ocenę kąta wysokości.

W ustalonym krążeniu zachowanie stałego przechylenia i w szczególności stałej prędkości kątowej wymaga częstego reagowania lotkami i sterem kierunku na wywołane turbulencją tendencje do jej zmian. Przemieszczanie się centrum wznoszeń wraz ze wzrostem wysokości jest przyczyną, że ustalone krążenie nie trwa długo.

Wyszukiwanie wznoszeń i przelatywanie duszeń międzykominowych. Wyszukiwanie wznoszeń jest trudniejsze od ich wykorzystywania. Wymaga ono sporego zasobu wiedzy z zakresu meteorologii, prowadzenia celowej obserwacji i umiejętności oceny dolotu do miejsca spodziewanych wznoszeń.

Od wyszukiwania należy odróżnić odszukiwanie zgubionego wznoszenia. Najlepszą metodą odszukiwania zgubionego wznoszenia jest wykonanie manewru zwanego „koniczynką" (rys. 95). Należy ją rozpoczynać w kierunku równoległym do wiatru, najlepiej w stronę spodziewanych wznoszeń. Przy przechyleniu w zakrętach wynoszącym



Rys. 95. Przykład manewru zwanego „koniczynką", wykonanego lewymi zakrętami

ok. 20° „koniczynka" obejmuje obszar o średnicy ok. 0,5 km. Strata wysokości przy tym manewrze w razie nienapotkania wznoszenia wynosi 150 do 200 m. Jeżeli inne oznaki, np. krążące w pobliżu szybowce, wskazują na istnienie innego komina, lepiej zrezygnować z odszukania zgubionego.

Osiągnięcie pułapu komina, zbliżenie się do podstawy cumulusa, dostanie się w strefę opadu, groźba zniesienia szybowca poza strefę zasięgu i inne przyczyny zmuszają do poszukiwania nowego komina termicznego. Należy go szukać z reguły w kierunku pod wiatr. Jest to konieczne szczególnie podczas lotu po zawietrznej stronie lotniska oraz przy silnym wietrze. Rozpoczęcie poszukiwań dopiero po opuszczeniu poprzedniego wznoszenia jest poważnym i często popełnianym błędem. W czasie krążenia w kominie należy prowadzić obserwację otoczenia w celu dostrzeżenia wskaźników występowania innych wznoszeń i układać plan dolotu.

Wskaźnikami wznoszeń termicznych są:

— chmury kłębiaste,
— kontrasty terenowe,
— unoszone przez komin przedmioty (szybowce, dymy, zapylenia, ptaki — zwłaszcza jastrzębie i bociany).

Chmury w warunkach termiki cumulusowej są zasadniczym wskaźnikiem występowania prądów wstępujących. Aby korzystać z tego wskaźnika, trzeba przez dłuższy czas obserwować rozwój chmury. Podobieństwo wyglądu chmury Cu humilis w fazie rozwoju i w fazie rozpadu jest czasem tak duże, że może wprowadzić w błąd wytrawnego szybownika. Wznoszenia występują najczęściej pod chmurami o kształtach okrągłych, równych, o płaskich lub wklęsłych podstawach. Bywają jednak dni, w których taki wygląd przybierają chmury w początkowym stadium zaniku. Noszenie pod nimi wprawdzie jeszcze jest, ale utrzymuje się dość krótko. Natomiast dolot do tworzących się strzępków chmury zapewnia silne i długotrwałe wznoszenie.

Przy wzroście zachmurzenia cień rzucany przez chmurę na podłoże może spowodować zanik wznoszeń. W tym czasie mogą one wystąpić nad nasłonecznionymi partiami terenu. Pod chmurą należy poszukiwać wznoszeń od strony nawietrznej lub nasłonecznionej. Nie stanowi to jednak ścisłej reguły. Najczęściej w jednym dniu noszenia występują z tej samej strony podstawy wszystkich chmur. Występowanie obok kominów prostopadłych do ziemi również kominów pochylonych z wiatrem sprawia, że najlepsze rezultaty daje wyszukiwanie wznoszeń podczas lotu w łożu wiatru. Stopień prawdopodobieństwa znalezienia komina według chmury jest tym mniejszy, im większa jest pionowa odległość szybowca od podstawy chmury. Czasem jest to nawet niemożliwe, gdy komin chmury nie sięga w dół do wysokości lotu szybowca. Toteż poszukując wznoszeń na

małej wysokości należy kierować się innymi wskaźnikami, podobnie jak przy termice bezchmurnej.

Sąsiadujące ze sobą tereny termicznie kontrastowe tworzą ogniska termiczne wyzwalające kominy. Ogniska spotykamy najczęściej nad piaszczystymi łachami, dojrzałym zbożem, suchym lasem, skalistymi, nasłonecznionymi zboczami czy osiedlami. Przy silniejszym wietrze prądy termiczne mogą być wyzwalane dynamicznie nad nierównościami terenowymi albo granicami podłoża o różnym współczynniku tarcia (np. łąka — las). Doskonałym wskaźnikiem wznoszeń są, jak wiadomo, krążące ptaki, słupy zapylonego powietrza, pionowo unoszący się dym i inne.

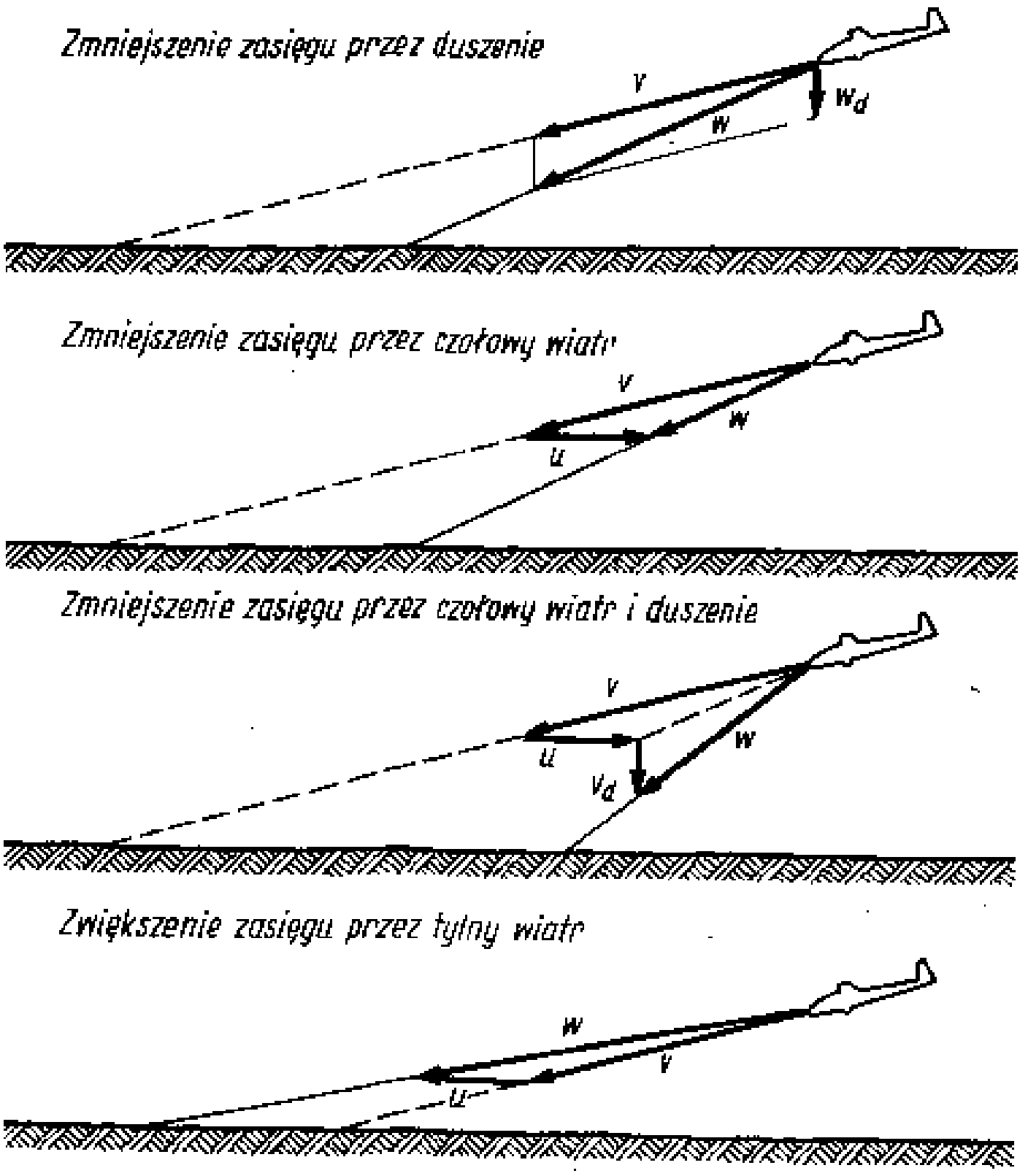
W nadlotniskowym locie termicznym, przelatując między kominami (tzw. przeskok), należy stosować prędkość zapewniającą dolot do następnego komina z najmniejszą stratą wysokości. Wymaga to uwzględnienia wpływu napotykanych po drodze duszeń na prędkość szybowca. Wiatr nie ma wpływu na wysokość dolotu do następnego komina, gdyż znosi on kominy z tą samą prędkością, co i szybowiec. Chcąc z najmniejszą stratą wysokości dolecieć do określonego punktu w terenie (np. lotniska) należy uwzględnić nie tylko wpływ duszeń, ale i wpływ wiatru na zasięg.

W czasie przelatywania duszeń i w locie pod wiatr zasięg szybowca zmniejsza się w porównaniu do wartości doskonałości szybowca. Strata wysokości spowodowana tymi czynnikami jest tym większa, im dłuższy jest czas ich wpływu. Stąd wniosek, że zwiększenie prędkości zmniejsza stratę wysokości spowodowaną ich wpływem. Odwrotnie — prądy wznoszące i tylny wiatr zwiększają zasięg ponad wartość doskonałości, a zmniejszenie prędkości powiększa ten wzrost.

Prądy pionowe i wiatr składają się wektorowo z prędkością powietrzną szybowca, zmieniając ją względem ziemi o swą wartość (rys. 96). Postępując zgodnie z tą zasadą możemy znaleźć z biegunowej prędkości szybowca wartość prędkości maksymalnego zasięgu, przesuwając środek układu współrzędnych w taki sposób, aby spowodowało to zmiany prędkości szybowca o wartość prędkości wiatru i prądów pionowych (rys. 97). Praktycznie przy wietrze czołowym oś pionową układu przesuwamy w prawo, a przy tylnym — w lewo. Duszenie powoduje przesuwanie osi poziomej w górę, wznoszenie — w dół. Oczywiście, dokonywanie takich operacji w powietrzu jest wykluczone.

Uwzględnienie wpływu prądów pionowych (duszeń i wznoszeń), i to w sposób ciągły, umożliwiają wskaźniki

prędkości przeskoku (zwane inaczej kalkulatorami krążkowymi), instalowane obecnie na wszystkich szybowcach seryjnych w postaci pierścieni na wariometrze (rys. 98). W razie braku kalkulatora typowego można sporządzić



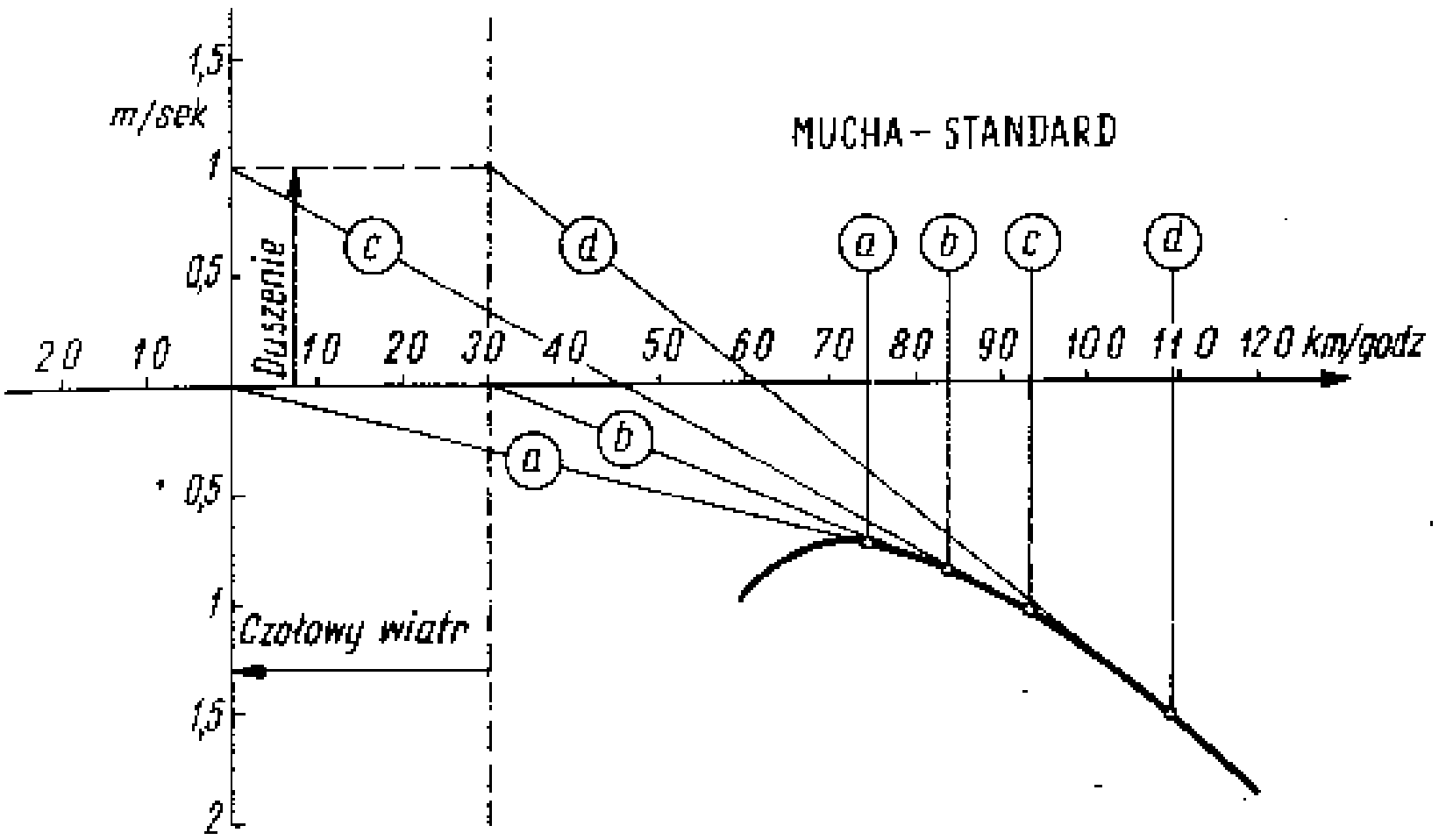
Rys. 96. Wpływ duszeń i wiatru na zasięg szybowca

tekturowy lub plastykowy krążek, wyskalowany w sposób podany w instrukcji eksploatacji szybowca, i założyć go na wariometrze za pomocą sprężynującego wspornika (rys. 99).

Znalezienie prędkości przeskoku z najmniejszą stratą wysokości wymaga ustawienia początku skali wskaźnika naprzeciw kreski zerowej na wariometrze. Na początku skali wskaźnika naniesiona jest wartość prędkości ekonomicznej szybowca. Podczas przeskoku wskazówka wariometru pokazując wartość opadania, wskazuje jednocześnie na pierścieniu kalkulatora prędkość, którą trzeba stosować. Zgranie wskazań prędkościomierza i wskaźnika osiąga się bez trudu po krótkim treningu.

Posłużenie się kalkulatorem do znalezienia prędkości największego zasięgu (np. w celu zbliżenia się do lotniska

z najmniejszą stratą wysokości) wymaga poprawnienia prędkości dyktowanej przez wskaźnik przeskoku o wartość wynikającą z oddziaływania wiatru na szybowiec. Posługujemy się przy tym praktyczną regułą: w locie pod wiatr

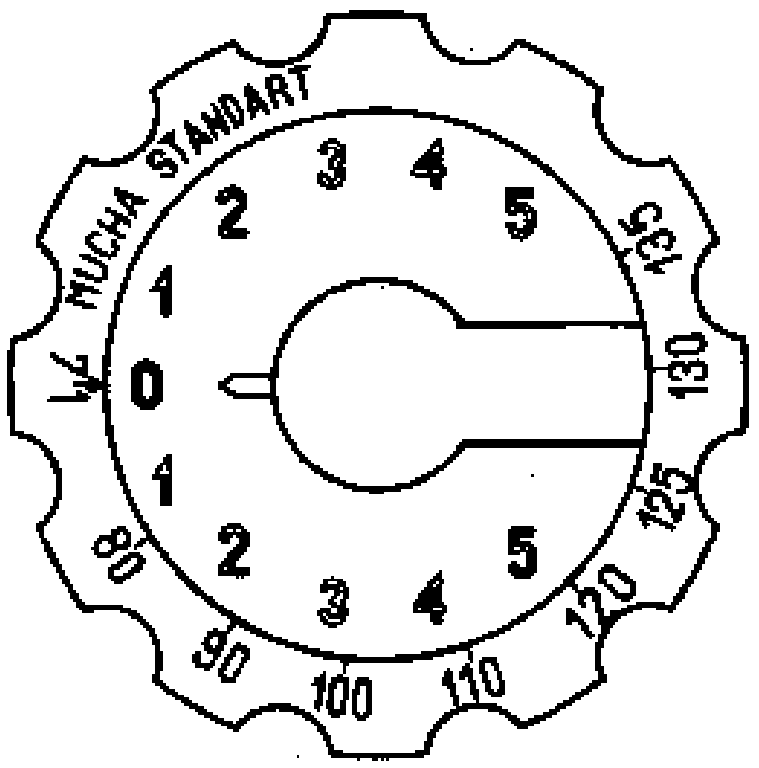


Rys. 97. Znajdowanie prędkości największego zasięgu
a – prędkość optymalna, *b* – prędkość największego zasięgu przy wietrze czołowym (30 km/godz), *c* – prędkość największego zasięgu w duszeniu 1 m/sek przy pogodzie bezwietrznej lub bez uwzględnienia wiatru, *d* – prędkość największego zasięgu przy wietrze czołowym 30 km/godz i w duszeniu 1 m/sek

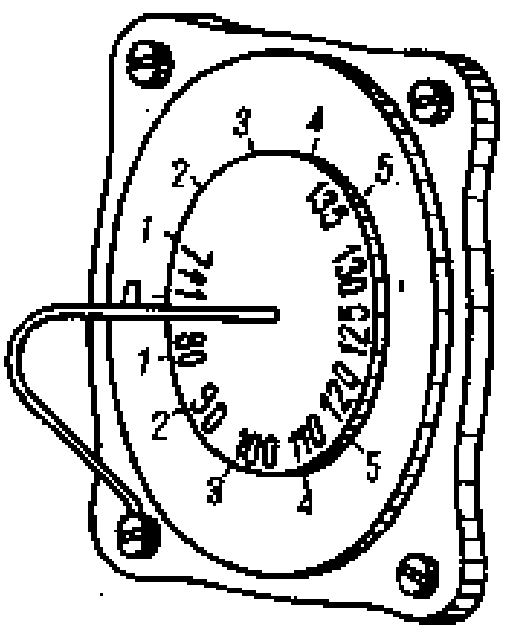
zwiększamy prędkość szybowca o połowę składowej czołowej wiatru (rys. 88b, a w locie z wiatrem zmniejszamy o wartość różnicy między prędkością optymalną a ekonomiczną naszego szybowca. Dokładność powyższej reguły jest zupełnie wystarczająca do celów praktycznych.

Podczas dokonywania przeskoku należy większą część uwagi kierować na obserwację zewnętrzną, obserwując rozwój warunków meteorologicznych, położenie lotniska i zmiany kąta wysokości. Należy pamiętać, że niedokładności doboru prędkości przeskoku rzędu kilku kilometrów na godzinę nie mają istotnego znaczenia dla przebiegu lotu, natomiast brak obserwacji zewnętrznej może doprowadzić do takich poważnych następstw, jak zagubienie się w terenie, wyjście poza strefę zasięgu czy nawet niebezpieczeństwa zderzenia z innym szybowcem. Dlatego nie należy zbyt mocno absorbować uwagi wskaźnikiem przeskoku. Wystarczy tylko co chwila kontrolować, czy wskazania prędkościomierza i wskaźnika przeskoku są w przybliżeniu zgodne ze sobą.

Najczęściej spotykanym błędem — oprócz doboru niewłaściwej prędkości przeskoku — jest brak zdecydowania co do kierunku przeskoku. Częste i duże zmiany kierunku powodują omijanie wznoszeń i niepotrzebną stratę wyso-



Rys. 98. Krążkowy wskaźnik prędkości przeskoku



Rys. 99. Prowizoryczny krążek na wariometr

kości. Zawracanie jest błędem kardynalnym, gdyż traci się wysokość przelatując dwa razy to samo duszenie. Uporczywe trzymanie się obranego kierunku, mimo że chmura będąca celem przeskoku wyraźnie się rozpada, również jest błędne. Podczas przeskoku wykonywanego z prędkością maksymalnego zasięgu opadanie szybowca jest dość duże, tak że brak zdecydowania prowadzi najczęściej do przedwczesnego lądowania.

4. Warunkowy lot wysokościowy i czasowy do srebrnej odznaki szybowcowej

Przewyższenie. Praktyczne opanowanie podstawowych elementów lotu termicznego: centrowania kominów i krążenia ustalonego, wyszukiwania wznoszeń, przeskoku oraz zachowania strefy zasięgu — umożliwia podjęcie kolejno prób uzyskania warunku wysokościowego i czasowego. Najkorzystniejsze warunki do wykonania lotu wysokościowego spotyka się późną wiosną i w lecie, gdy podstawa chmur kłębiastych przekracza 1500 m.

Najodpowiedniejszą porą dnia do startu są godziny południowe, kiedy to silne i rozległe wznoszenie spotyka się na niewielkiej wysokości. Oczywiście, wskazówki powyższe nie stanowią reguły, gdyż charakterystyka termiki często zależy od miejscowych warunków meteorologicznych. Na

przykład w terenie górskim najlepsze warunki można spotkać wczesną wiosną i w godzinach przedpołudniowych. Przewidywana lub wiadoma podstawa chmur kłębiastych narzuca maksymalną wysokość odczepienia do lotu wolnego, w którym należy uzyskać przewyższenie przekraczające 1100 m (w celu uniknięcia przykrego skutku błędu barografu).

Korzystne jest stosowanie wzlotu za wyciągarką. W razie startu za samolotem, odczepianie powinno nastąpić w pobliżu lotniska w przedniej części strefy zasięgu. W pogoni za przewyższeniem nie należy pochopnie zbliżać się do podstawy chmury lub w nią wchodzić, gdyż stanowi to poważne zagrożenie bezpieczeństwa lotu, stwarzające możliwość utraty panowania nad szybowcem lub zderzenia z innym szybowcem. Próba uzyskania przewyższenia jest doskonałym treningiem w wykorzystywaniu kominów termicznych od jego tylnych partii aż do pułapu wznoszeń.

Przykre rozczarowanie przeżywają piloci, którzy uzyskawszy przewyższenie stwierdzają po wylądowaniu, że barograf nie był włączony i nie zapisał wysokości. Dlatego też przed zajęciem miejsca w kabinie trzeba osobiście włączyć barograf, sprawdzić czy pracuje mechanizm zegarowy i zabezpieczyć wyłącznik. Barograf powinien być w bagażniku umieszczony w pozycji stojącej, ponieważ w takim położeniu był skalowany. Inna pozycja może spowodować znaczne błędy zapisu, nie mówiąc już o tym, że odciąganie rysika od bębna przez własny ciężar może być przyczyną przerw w zapisie, wykluczających zaliczenie przewyższenia.

Lot czasowy. Lot pięciogodzinny stanowi egzamin z umiejętności wykorzystywania prądów wstępujących, a jednocześnie dostarcza sporo nowych doświadczeń. Czas lotu jest niewiele krótszy od czasu trwania termiki. Dlatego start powinien nastąpić dość wcześnie, gdy tylko rozwój wznoszeń zapewnia utrzymanie się w powietrzu. Z uwagi na możliwe w ciągu dnia zmiany charakteru wznoszeń i oznak ich występowania, taktyka lotu powinna być ostrożna. Należy więc wkorzystywać górne partie kominów jak najdłużej, prowadzić ciągłą obserwację warunków termicznych i wykonywać ostrożnie przeskoki międzykominowe, starając się znaleźć wznoszenie w przedniej części strefy zasięgu.

Taktyka zachowania dużej wysokości w locie pozwala łatwiej przetrwać ewentualny kryzys termiczny. Jeżeli kryzys termiczny, wynikający z nadmiernego wzrostu zachmurzenia, wystąpi przed godziną 12, to trzeba się spodziewać następnego w godzinach popołudniowych, między 14 i 16. Częściej występuje jeden kryzys, w godzinach $13 \div 14$.

(Godziny wystąpienia kryzysów odnoszą się do czasu słonecznego, który może być różny od czasu urzędowego).

Lot czasowy znacznie ułatwiają inne szybowce, którymi „oznaczone" są kominy. Stosunkowo łatwo wykonuje się loty czasowo na żaglu zboczowym, na którym zwykle nie ma kłopotów z zachowaniem wysokości lotu, a wyraźniej niż na termice mogą wystąpić objawy zmęczenia i złego samopoczucia. Ważnym zagadnieniem w locie długotrwałym jest wygodna pozycja w szybowcu, zaopatrzenie się w żywność i napoje, odpowiedni ubiór itp.

Po odczepieniu się i umiejscowieniu w kominie konieczne jest odczytanie i zapamiętanie godziny (najlepiej zapisać) rozpoczęcia lotu wolnego, a następnie obliczenie godziny lądowania z co najmniej 15-minutową rezerwą czasu. Ta błaha z pozoru czynność zabezpiecza przed omyłkowym przedwczesnym lądowaniem. W razie zatrzymania się zegarka i braku łączności radiowej należy lot kontynuować tak długo, jak pozwalają na to warunki meteorologiczne, a przede wszystkim samopoczucie w locie. Nie należy nigdy wykonywać lotu „na siłę", gdyż przy długotrwałym locie mogą zaistnieć trudne warunki meteorologiczne, wymagające od pilota znacznego wysiłku w celu opanowania sytuacji, zwłaszcza podczas lądowania.

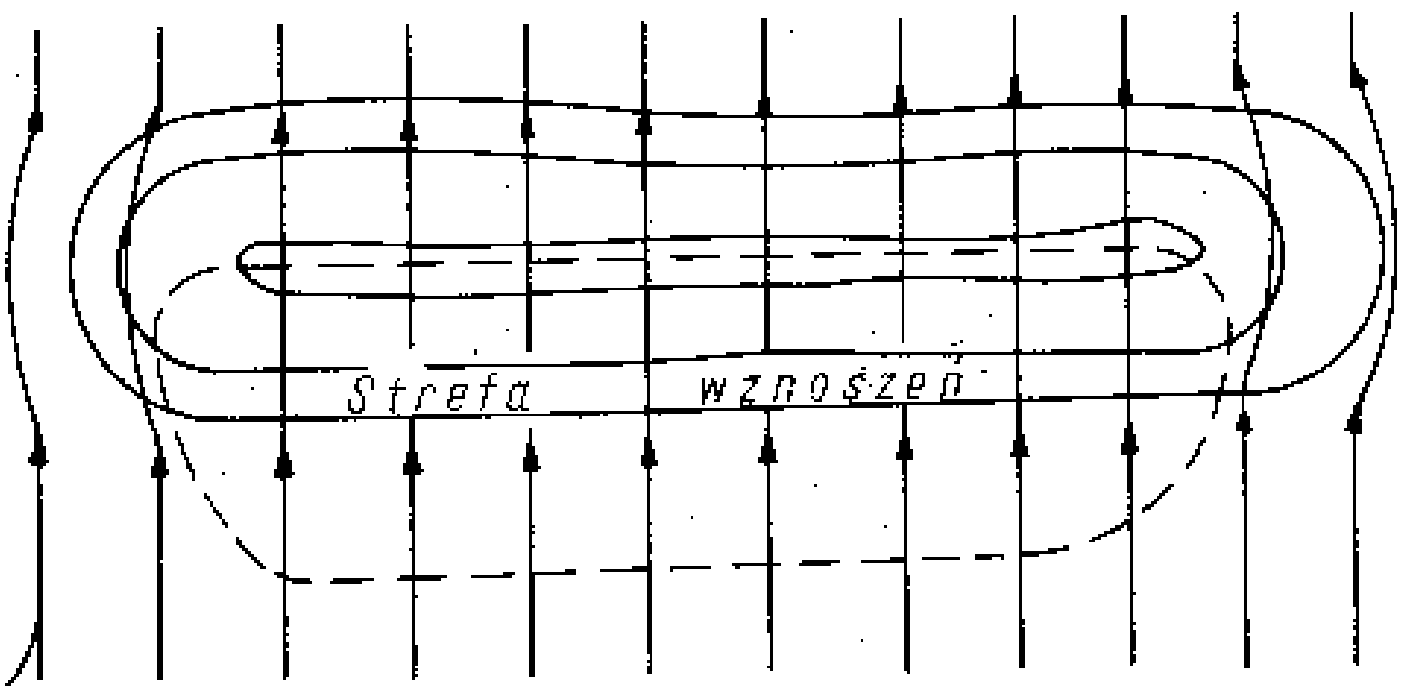
5. Technika wykonania lotu żaglowego

Prądy zboczowe były najwcześniej wykorzystywane w lotach szybowcowych. Wiązało się to z jedynym dostępnym w początkach szybownictwa środkiem startu — linami gumowymi. Obecnie, gdy szybownictwo uprawiane jest głównie na terenach płaskich, loty zboczowe spełniają raczej podrzędną rolę i są traktowane jako uzupełnienie wyszkolenia pilota szybowcowego oraz jako łatwy środek zdobywania warunków czasowych. Mimo pozornej łatwości wykorzystywania prądów zboczowych, loty górskie są niezbędnym składnikiem wyszkolenia doświadczonego szybownika.

Wykorzystywanie wznoszeń dynamicznych na zboczu. Lot żaglowy jest możliwy w zasadzie dopiero przy wietrze przekraczającym 6 m/sek. Wielkość składowej pionowej wiatru, która stanowi prąd wstępujący, zależy od siły i kierunku wiatru, nachylenia, kształtu i usytuowania stoku oraz wartości pionowego gradientu temperatury. Czynniki te oraz wysokość zbocza wpływają na pionowy i poziomy zasięg prądów zboczowych. Technika żeglowania polega na

wykonywaniu lotu wzdłuż nawietrznej zbocza, gdzie występuje prąd wznoszący. Długość strefy wznoszeń równa się niemal długości zbocza, a jej szerokość, ograniczona przy ziemi linią podnóża i grzbietu góry, wzrasta z wysokością, szczególnie w stronę przedpola (rys. 100). Podłużny kształt strefy wznoszeń narzuca ich wykorzystywanie bardzo wydłużoną ósemką (rys. 101).

Podczas lotu równoległego do zbocza wiatr stale popycha szybowiec na stronę zawietrzną, wobec czego oś szybowca



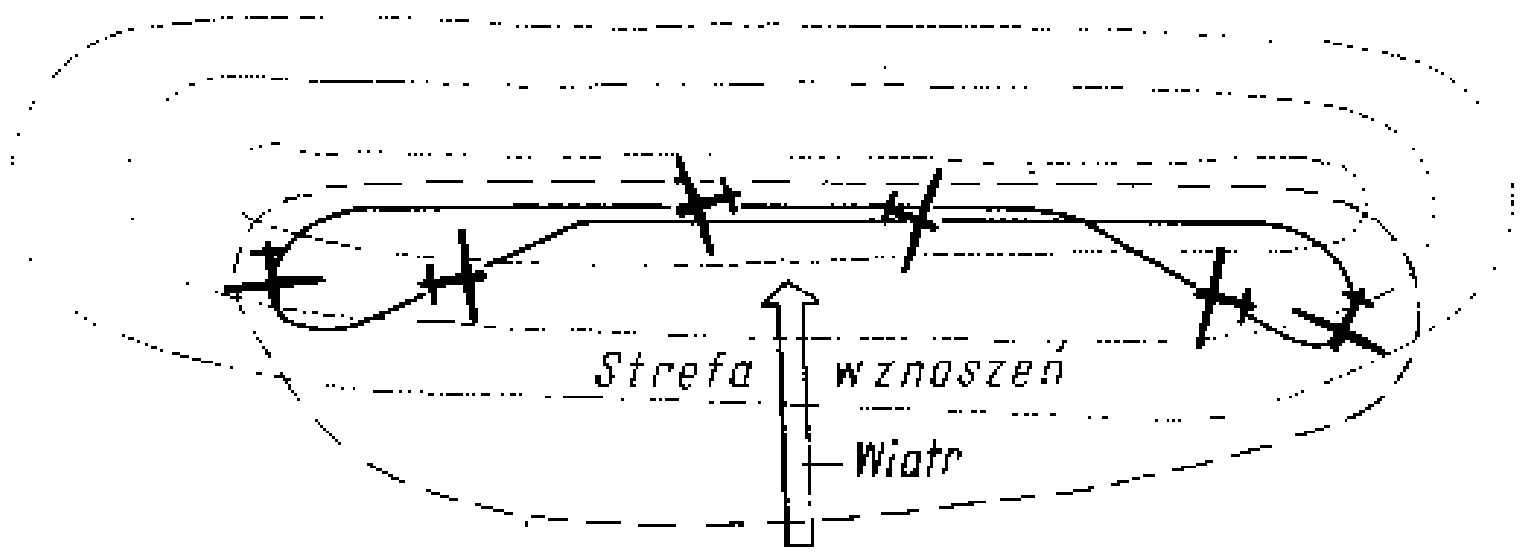
Rys. 100. Strefa wznoszeń dynamicznych przy zboczu

musi być odchylona od linii grzbietu o kąt znoszenia. Położenie sterów w locie prostym nie jest na ogół symetryczne, ponieważ porywy wiatru przechylają szybowiec w stronę zbocza i skręcają w stronę przeciwną. Wymaga to stosowania odwrotnej koordynacji.

Silna turbulencja powoduje szybkie zmiany prędkości i pochylenia, co wymaga zachowania prędkości optymalnej, w celu uniknięcia przekroczenia krytycznego kąta natarcia. Charakter zakłóceń równowagi wymaga szybkich, podwójnych i obszernych ruchów sterami. Zakręty w celu zmiany kierunku lotu powinny być wykonywane wyłącznie od zbocza. Zakręty te wykonuje się z niewielkim przechyleniem o mniej niż 180°, ponieważ wiatr je zacieśnia. W czasie wykonywania zakrętu występuje skłonność do wzrostu

prędkości i zmniejszenia pochylenia. Należy zapobiegać zmniejszaniu pochylenia przez przetrzymywanie. Ściąganie w tym momencie drążka w celu zachowania równej prędkości jest błędem powodującym spadek jej w chwili ustawienia szybowca równolegle do zbocza.

Wykonanie zakrętu w stronę zbocza grozi rzuceniem szybowca na zawietrzną, w strefę silnego duszenia i zawi-



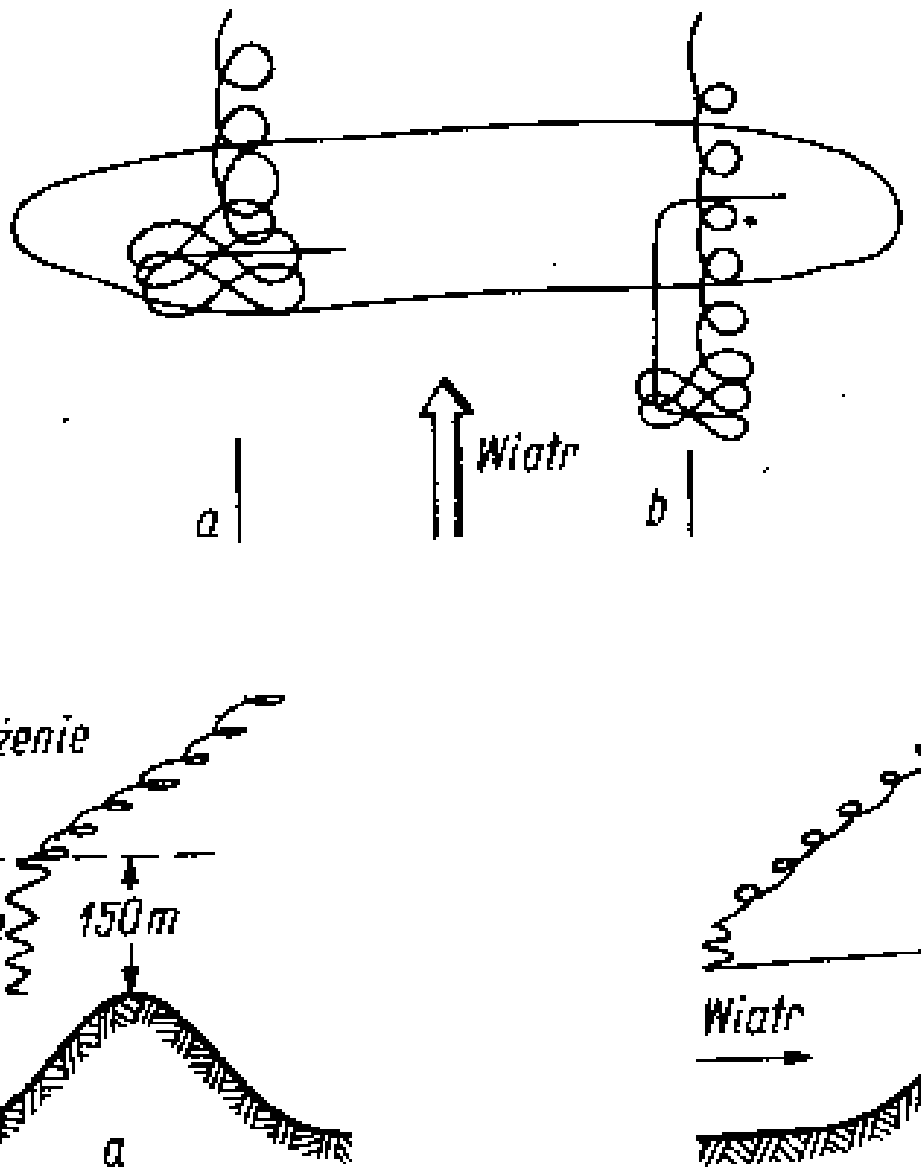
Rys. 101. Zasadniczy sposób wykorzystywania wznoszeń zboczowych

rowań, ponieważ zakręt taki jest silnie rozciągany przez wiatr. Wiąże się on również ze spadkiem prędkości podczas obracania się ogonem do wiatru. Spadek prędkości powiększyłby się z chwilą wlotu w obszar duszeń na zawietrznej. Grozi to całkowitą utratą prędkości i korkociągiem. Przy odpowiednio silnym wietrze możliwe jest wznoszenie się niemal od podnóża stoku. W takich jednak warunkach nie ma potrzeby latania na małej wysokości, poza przypadkiem nabierania wysokości po starcie, którego miejsce położone jest poniżej szczytu.

Wykorzystywanie wznoszeń termicznych na zboczu. Wślizg powietrza po zboczu sprzyja powstawaniu prądów termicznych w postaci wznoszących się baniek rozgrzanego powietrza, które mogą łączyć się w kominy termiczne. Prądy takie mogą powstawać na zboczu nawet wtedy, gdy nasłonecznienie jest zbyt małe do pobudzenia termiki w terenie płaskim. Technika wykorzystywania takich wznoszeń polega na bardzo ciasnym ósemkowaniu (rys. 102), aż do uzyskania wysokości pozwalającej na bezpieczne krążenie. Wysokość ta zależy od prędkości wiatru i wynosi co najmniej 150 m nad grzbiet zbocza.

W terenie górskim wznoszenia termiczne na ogół są wąskie, co wymaga krążenia z dużym przechyleniem. Silny, porywisty wiatr powoduje gwałtowne skoki prędkości, przechylenia i prędkości kątowej. Zmusza to pilota do wzmożonej uwagi i staranngo sterowania.

Taktyka lotu żaglowego na zboczu. Gdy nie występują prądy termiczne, taktyka lotu zboczowego polega na wykonywaniu lotu wzdłuż całej długości zbocza. Nie gwarantuje to jednak pełnego wykorzystania właściwości zbocza, gdyż wysokości grzbietu i kąty nachylenia stoku są różne w różnych miejscach, a dysze powodują wzrost prędkości przepływu strug powietrza. Wpływa to na nierówność siły i zasięgu wznoszeń wzdłuż długości zbocza. Dlatego osiągnięcie maksymalnej wysokości lotu wymaga ósemkowania w partiach najsilniejszych prądów, które na różnych wysokościach mogą występować nad innymi odcinkami zbocza. Na przykład nad dyszami, na mniejszych wysokościach zaznacza się wyraźne osłabienie prądów wstępujących, wywołane działaniem zasysającym dyszy. Natomiast wyżej spotyka się wąski pas silniejszych wznoszeń, które wyko-



Rys. 102. Wykorzystywanie wznoszeń termicznych nad zboczem

rzystuje się lecąc pod wiatr wzdłuż dyszy i wypośrodkowując najlepsze wznoszenie małymi zmianami kierunku.

Mała prędkość względem ziemi i stosunkowo długi obszar dyszy pozwalają często na znaczny zysk wysokości. Przy silnym, porywistym wietrze mogą powstać warunki, w których nie ma potrzeby żaglowania wzdłuż zbocza, ponieważ w locie prostopadłym do linii grzbietowej pod wiatr szybowiec zyskuje wysokość dzięki dynamicznemu oddziaływaniu wiatru. Powrót na zbocze trwa bardzo krótko, z nie-

znaczną stratą wysokości. Cykliczne powtarzanie takiego manewru pozwala na uzyskanie wysokości znacznie większej niż w locie równoległym do zbocza.

Wystąpienie prądów termicznych może również wykluczyć stosowanie techniki latania wzdłuż zbocza. Jeżeli wznoszenia termiczne są odpowiednio silne, to odpowiadające im silne duszenia zmniejszają lub tłumią całkowicie prądy zboczowe. Występują wtedy nawet na nawietrznej obszary duszeń. Zmusza to pilotów, stosujących taktykę „jeżdżenia" po całym zboczu, do lądowania. W takich warunkach mało zaawansowani piloci, którzy nie potrafią bezpiecznie krążyć nad zboczem, powinni stosować taktykę ciasnego esowania w partiach wznoszących góry i przeskakiwania ze zwiększoną prędkością obszarów duszących. Przypomina to lot termiczny w bardzo ograniczonym rejonie, utrudniony przez silny boczny wiatr.

Należy podkreślić, że względy bezpieczeństwa mogą wykluczyć stosowanie taktyki esowania w niektórych partiach zbocza, gdy ruch nad nim jest bardzo intensywny. Jeżeli konieczność taką wywołuje jednak termika, to spora część szybowców pilotowanych przez doświadczonych szybowników zwiększa znacznie wysokość lotu, ustępując tym samym miejsca na zboczu młodszym kolegom.

Wykorzystując prądy termiczne w locie zboczowym trzeba pamiętać, że szybowiec w krążeniu jest stale znoszony przez wiatr na zawietrzną. Przy silnym wietrze nawet dość duże wznoszenie kominowe może nie zapewnić dostatecznego kąta wysokości dla bezpiecznego powrotu. Podczas dolotu do zbocza zasięg szybowca jest poważnie zmniejszony przez trzy czynniki: silny, czołowy wiatr, duszenie międzykominowe i duszenie dynamiczne w obszarze zawietrznej. Dlatego też krążąc należy bacznie obserwować i oceniać kąt wysokości, licząc się z tym, że dolot nad zbocze będzie się odbywał znacznie bardziej stromo niż pod taki sam wiatr nad terenem płaskim. Gdy wznosimy się nie w regularnym kominie, lecz w bańce ciepłego powietrza, to noszenie może się urwać gwałtownie i szybowiec wpada w silne duszenie, tracąc sporo wysokości. Tę możliwość należy przewidzieć, obliczając dolot do zbocza na wysokości co najmniej 100 m nad jego szczyt. Dobrze jest nawiązywać kontakt z termiką przed zboczem, nad doliną nawietrzną.

Przejście na zawietrzną w krążeniu nastąpi wówczas z dużym zapasem wysokości, co zwiększa czas bezpiecznego pozostawania w kominie. Jeżeli rozwój prądów termicznych jest dość intensywny, można przejść do normalnego lotu

termicznego, a pozostające w strefie zasięgu zbocze traktować jako środek ratowania się przed lądowaniem w razie kryzysu termicznego.

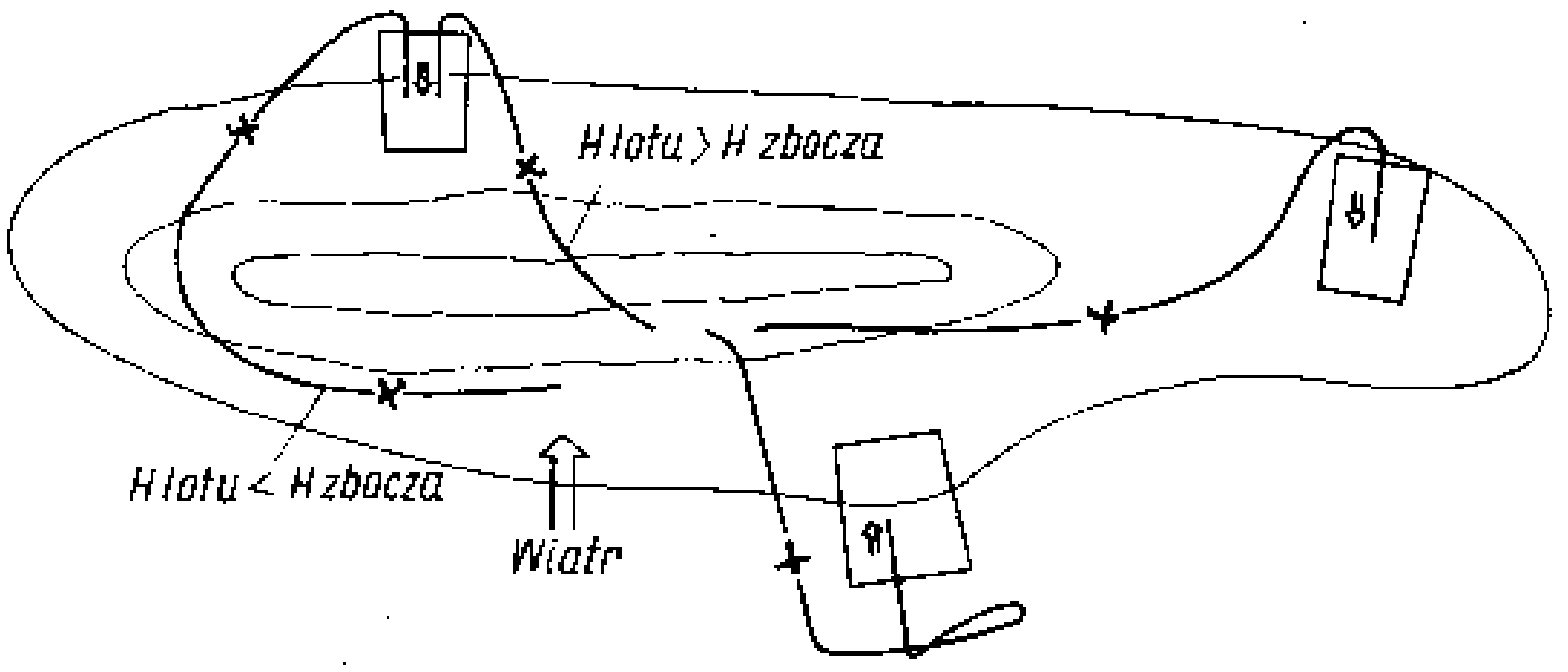
Taktyka lotu zboczowego jest w dużym stopniu zależna od miejscowych warunków terenowych i meteorologicznych. Dlatego znajomość ogólnych reguł „zboczówki" nie wystarcza i przed przystąpieniem do lotów w nieznanym sobie terenie należy zapoznać się szczegółowo z doświadczeniami zebranymi przez miejscowych pilotów.

Podczas lotów zboczowych należy dzielić uwagę pomiędzy:

- sterowanie (głównie utrzymanie właściwej prędkości),
- utrzymanie się na nawietrznej,
- zachowanie bezpiecznej wysokości,
- wyszukiwanie najlepszych wznoszeń,
- obserwację zewnętrzną (szczególnie obserwowanie innych szybowców).

U w a g a ! Intensywny ruch nad zboczem stwarza konieczność ciągłego obserwowania innych szybowców, analizowania ich manewrów i przewidywania rozwoju sytuacji.

Dolot do lądowiska. Dolot ze zbocza do lądowiska (lotniska) zależy od jego usytuowania względem zbocza (rys. 103). Gdy lądowisko położone jest u stóp góry po



Rys. 103. Dolot ze zbocza do różnie położonych lądowisk

stronie nawietrznej, a lądowanie na nim odbywa się pod stok z wiatrem lub pod wiatr, wówczas dolot nie nastręcza żadnych trudności. Gdy dolot do lądowiska odbywa się pod wiatr, to aby obliczyć potrzebną wysokość, trzeba wziąć pod uwagę:

- zwiększenie zasięgu podczas lotu w strefie wznoszeń, dość daleko sięgających w dolinę,

— zmniejszenie zasięgu przez czołowy wiatr,
— zmiany zasięgu wywołane oddziaływaniem wzniesień terenowych położonych na trasie dolotu.

Jeżeli lądowisko leży na zawietrznej, wówczas z wysokości minimum 100 m nad szczyt można wykonać dolot prostopadle do zbocza przez zawietrzną. Przy mniejszej wysokości konieczne jest oblatywanie zbocza wokół. Możliwość takiego dolotu jest uzależniona od warunków miejscowych.

Jeżeli lądowisko leży na przedłużeniu zbocza, wtedy przy obliczaniu dolotu uwzględnia się boczny wiatr (rys. 103).

6. Zasady zachowania bezpieczeństwa w lotach termicznych i żaglowych

Zachowanie bezpieczeństwa w lotach termicznych i żaglowych wymaga odpowiedniego przygotowania szybowca i pilota.

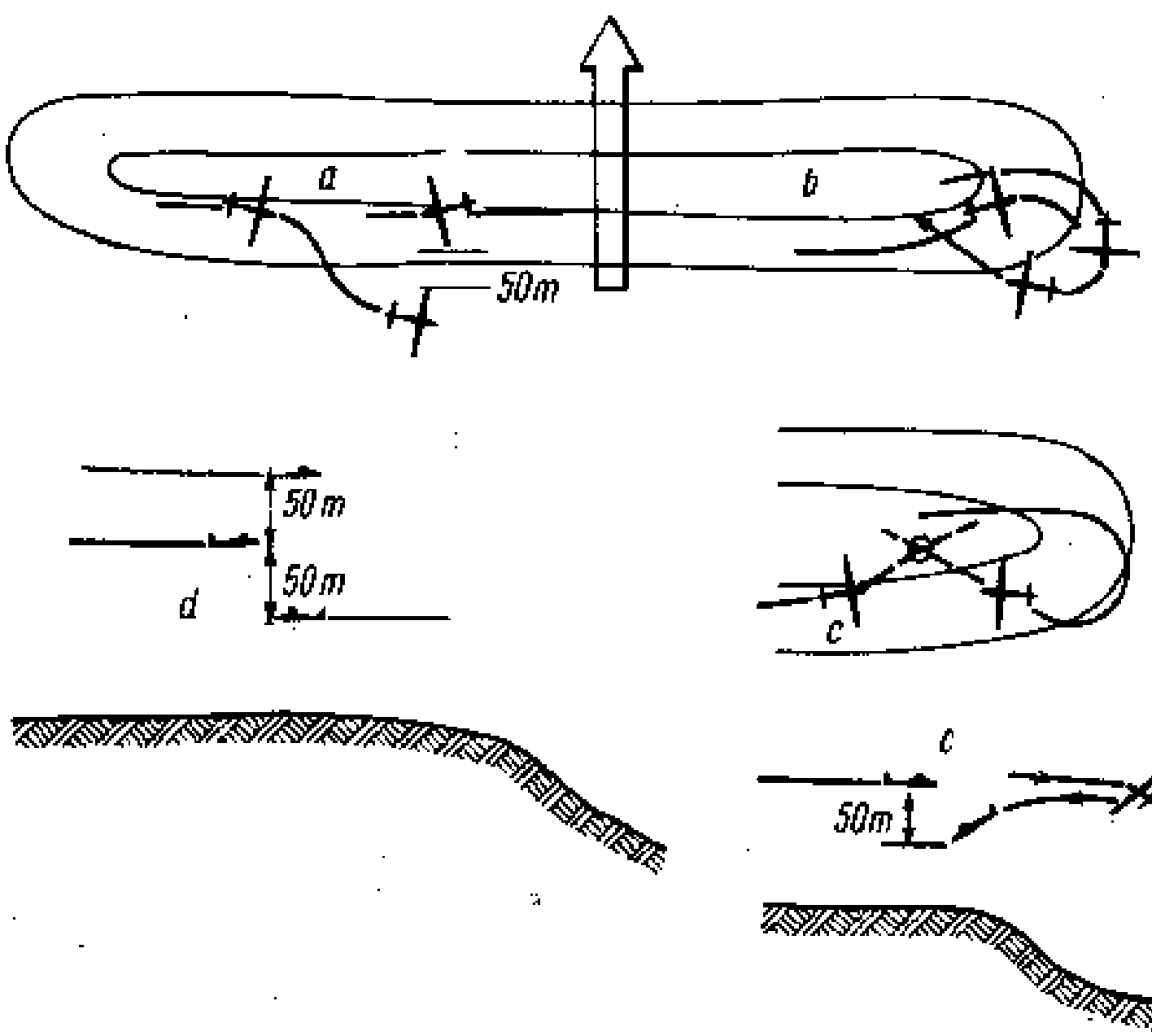
Przed lotem należy sprawdzić szybowiec, zwracając szczególną uwagę na sprawność przyrządów pokładowych:
— busola powinna być skompensowana,
— wariometr o zakresie 5 m/sek, wyposażony we wskaźnik prędkości przeskoku powinien być podłączony do obwodu energii całkowitej,
— drugi wariometr o zakresie 15 lub 30 m/sek powinien być podłączony do ciśnienia statycznego,
— pożądane jest wyposażenie szybowca w urządzenie radiowe,
— kanalizacja szybowca powinna być kompletna i drożna,
— urządzenie do regulacji położenia ciała pilota powinno działać bez zarzutu,
— w instalację prędkościomierza powinien być włączony odwadniacz.

Osobiste wyposażenie pilota powinno składać się z:
— ubioru dostosowanego do przewidywanej temperatury w locie,
— nakrycia głowy chroniącego przed porażeniem słonecznym i okularów przeciwsłonecznych o szkłach przyciemnionych,
— żywności (jeżeli przewiduje się czas lotu ponad 3 godz) w postaci drugiego śniadania z napojem,
— zegarka, który w locie termicznym lub żaglowym jest nieodzowny,
— mapy rejonu w skali 1 : 500 000 lub odręcznie wykonanego szkicu rejonu z zaznaczonym położeniem lotniska

oraz odległościami i kursami powrotnymi znad charakterystycznych obiektów terenowych,
– torebki na wypadek choroby powietrznej.

Niedopuszczalne jest wykonywanie lotu bez uprzedniego dokładnego zaznajomienia się z komunikatem meteorologicznym i wykonania pomocniczych obliczeń w celu ustalenia strefy zasięgu.

Podczas lotu pilot powinien zachować strefę zasięgu i stosować się do obowiązujących przepisów. W szczególności nie należy wchodzić w chmury (stosując w razie konieczności nurkowanie na hamulcach z dopuszczalną



Rys. 104. Podstawowe reguły ruchu nad zboczem

a – przy mijaniu się na kierunkach przeciwnych w dolinę nawietrzną odchodzi szybowiec mający zbocze po lewej stronie, b – szybowiec zbliżając się do drugiego wykonującego zakręt zachodzi mu zawsze za ogon, c – zbliżając się do drugiego szybowca na przecinającym się kursie powinien obniżyć się, gdy ten drugi zalatuje mu z lewej strony, d – szybowce mogą przelatywać nad sobą przy wymijaniu i wyprzedzaniu z różnicą nie mniejszą niż 50 m. Nad zachowaniem bezpieczeństwa czuwa pilot szybowca górnego

prędkością) i zachowywać bezpieczne odległości (co najmniej 50 m) od innych szybowców. Ponieważ wpadnięcie w korkociąg w krążeniu stanowi groźbę zderzenia z innym szybowcem, należy utrzymywać bezpieczną prędkość w krążeniu, a w razie potrzeby – w porę przeciwdziałać tendencjom korkociągowym. W rejonie kręgu nadlotnisko-

wego lub ewentualnie nad terenem przygodnym wolno krążyć do wysokości 300 m, chyba że w przypadku wzlotu za wyciągarką instruktor zezwolił krążyć na mniejszej wysokości. Wszelkie wykręcanie się „na siłę" może doprowadzić do niebezpiecznej sytuacji.

Podczas lotu nad zboczem należy zachować bezpieczną odległość od innych szybowców i stosować się do przepisów o mijaniu i wyprzedzaniu, szczególnie w zakrętach (rys. 104), oraz mieć na uwadze możliwość niezastosowania się do nich mniej doświadczonych lub niezdyscyplinowanych kolegów. Minimalna odległość od zbocza powinna wynosić 100 m.

Dobre samopoczucie jest warunkiem zachowania bezpieczeństwa lotu. Toteż lot należy przerwać, gdy wystąpią zawroty głowy, zaburzenia wzroku, ból zębów czy głowy. Objawy te odwracają uwagę od pilotażu, powodują otępienie psychiczne, a zlekceważenie ich może zakończyć się zemdleniem w powietrzu. Pierwszym lotom termicznym towarzyszy często choroba powietrzna. W locie na dużej wysokości można przeczekać pierwszy jej atak, spodziewając się poprawy samopoczucia po nim. Gdy jednak choroba powietrzna wystąpi w locie na małej wysokości (poniżej 500 m) lub jej ataki uporczywie się powtarzają, należy lot przerwać. Przerwanie lotu jest konieczne również, gdy:

— pogorszy się wyraźnie pogoda, zacznie się formować i zbliżać burza, wystąpi gęsty opad, zmniejszy się widzialność w stopniu uniemożliwiającym utrzymanie łączności wzrokowej z lotniskiem lub gdy w locie zboczowym obniżający się pułap chmur nie pozwala na zachowanie bezpiecznej wysokości,

— zmuszają do tego przyczyny techniczne: niesprawność układu sterowania, zacięcie się hamulców, awaria zamka limuzyny, zgubienie limuzyny, wadliwe działanie przyrządów pokładowych itp.

Zbliżając się do lądowania, nawet gdy nie czuje się objawów zmęczenia, należy podjąć następujące środki ostrożności:

1) unikać gwałtownych manewrów w celu wytracenia wysokości, a przyśpieszyć zniżanie się otwarciem hamulców,

2) często kontrolować prędkość, pamiętając, że zmęczenie powoduje skłonność do lotu ze zbyt małą lub za dużą prędkością,

3) przeprowadzić akomodację wzroku do małych odległości, oglądając szczegóły wnętrza kabiny czy przyglądając się własnej dłoni,
4) zorientować się w ruchu nad lotniskiem i rozłożeniu znaków startowych,
5) ocenić kierunek i siłę wiatru,
6) wejść w krąg na bezpiecznej wysokości, co najmniej 300 m,
7) nie rozwlekać kręgu, wytracając nadmiar wysokości hamulcami,
8) unikać esowania na podejściu do lądowania,
9) szczególnie starannie wykonać ostatni zakręt,
10) zmobilizować do maksimum uwagę przy lądowaniu.

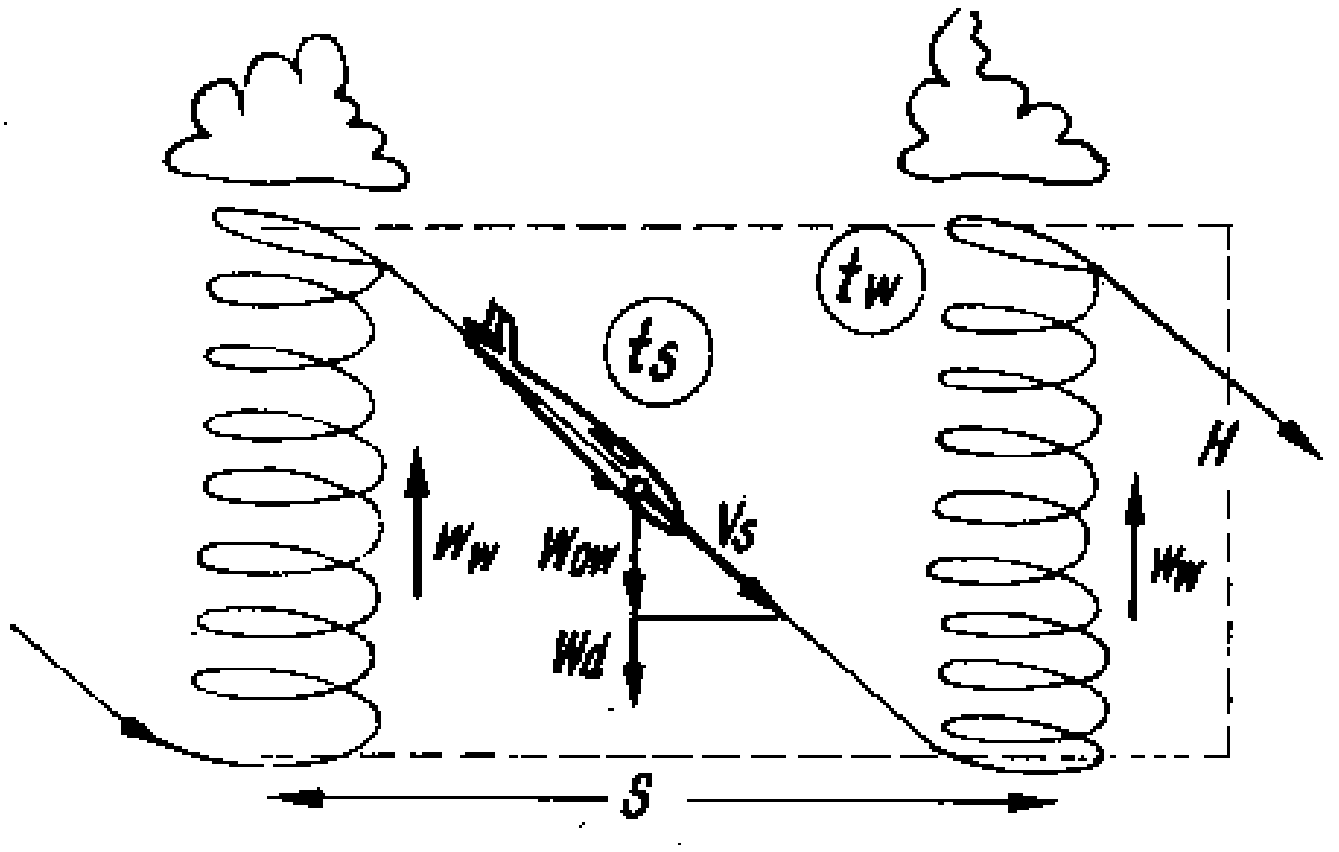
Rozdział VIII

PRZELOTY SZYBOWCOWE

Przeloty szybowcowe stanowią obecnie główny cel sportu szybowcowego. Wypełniają one zdecydowaną większość pozycji w tabeli rekordów, a konkurencje wszystkich poważniejszych zawodów szybowcowych polegają na przelotach, głównie prędkościowych. Pierwsze przeloty początkującego szybownika stanowią ukoronowanie dotychczasowych wysiłków w nauce latania. Wykonaniem pierwszego przelotu młody szybownik przekracza drugi próg wtajemniczenia w sztukę latania szybowcowego.

1. Teoretyczne podstawy taktyki przelotowej

Prędkość przelotowa i prędkość przeskoku. Odległość uzyskana na przelocie jest zależna od prędkości przelotowej i czasu trwania przelotu (rys. 105). Stąd stałe dążenie



Rys. 105. Schemat szybowcowego przelotu termicznego

do zwiększania prędkości przelotowej (V_p), wobec ograniczonego czasu trwania termiki. V_p jest to stosunek prze-

lecianej odległości (S) do całkowitego czasu trwania przelotu. Czas trwania przelotu składa się z czasu poświęconego na zdobycie wysokości w kominie termicznym (t_w) i czasu przeskoku międzykominowego (t_s). Stąd:

$$V_p = \frac{S}{t_w + t_s}$$

Czas wznoszenia w kominie można obliczyć dzieląc uzyskaną wysokość (H) przez średnią prędkość wznoszenia (w_w), a czas przeskoku — dzieląc wysokość traconą w przeskoku przez prędkość opadania szybowca składającą się z sumy prędkości duszenia międzykominowego (w_d) i prędkości opadania własnego szybowca (w_{ow}). Przyjmując w przybliżeniu, że prędkość przeskoku (V_s) jest prędkością poziomą, można przyjąć, że odległość przeleciana (S) równa jest prędkości przeskoku (V_s) mnożonej przez czas przeskoku (t_s). Wprowadzenie tych założeń do wzoru na prędkość przelotową da nam następującą jego postać:

$$V_p = \frac{V_s \cdot t_s}{t_w + t_s} = \frac{V_s \cdot \dfrac{H}{w_d + w_{ow}}}{\dfrac{H}{w_w} + \dfrac{H}{w_d + w_{ow}}}$$

Ułamek zajmujący prawą stronę równania upraszczamy mnożąc jego licznik i mianownik przez $\dfrac{(w_d + w_{ow}) \cdot w_w}{H}$

otrzymując ostateczną postać wzoru

$$V_p = \frac{V_s \cdot w_w}{w_d + w_{ow} + w_w}$$

Ze wzoru tego nasuwają się następujące wnioski:

- wzrost prędkości wznoszeń w_w zwiększa prędkość przelotową V_p,
- wzrost duszeń w_d zmniejsza prędkość przelotową V_p.

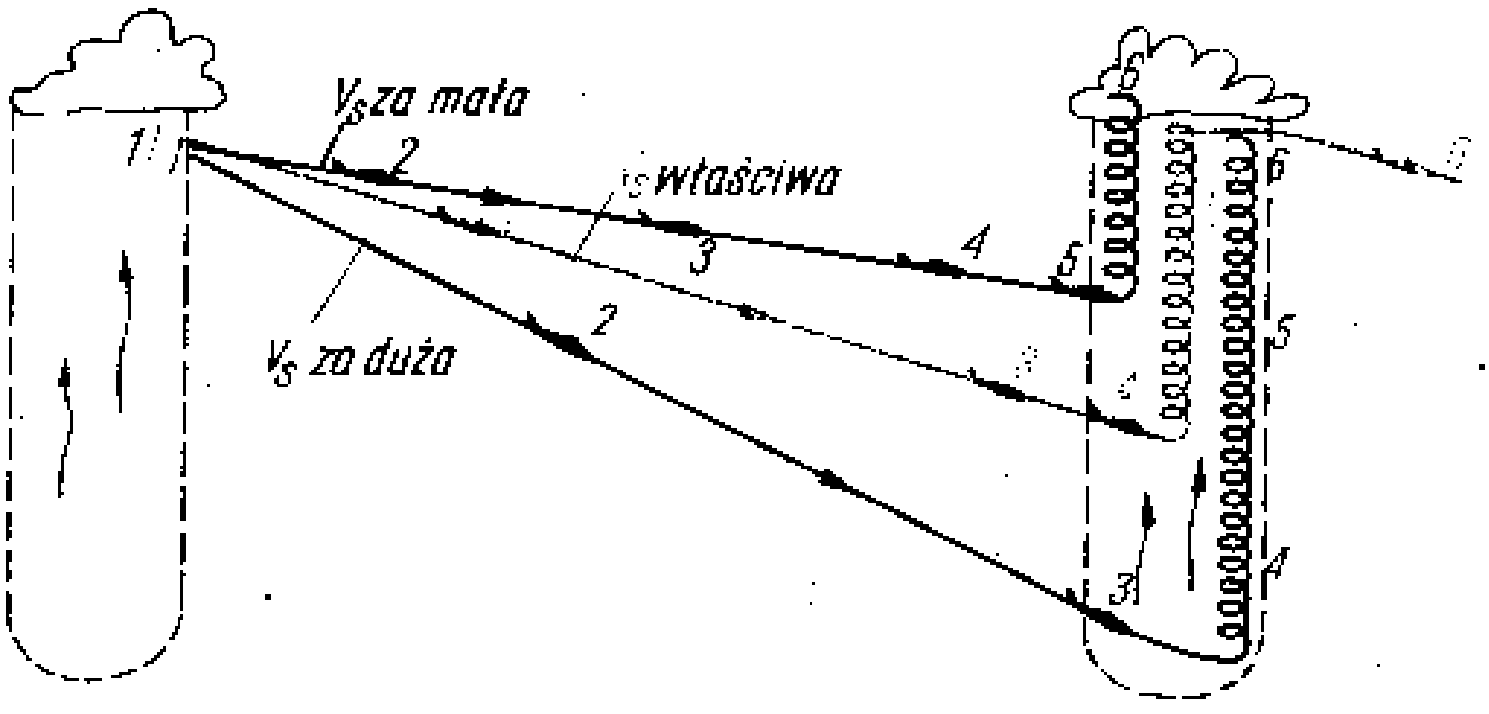
Zależność V_p od V_s jest bardziej skomplikowana. Zwiększenie V_s pociąga za sobą wprawdzie krótszy czas przeskoku wpływając dodatnio na V_p, zwiększa jednak w_{ow}, wpływając tym ujemnie na V_p. Stąd wniosek, że dla określonej wartości w_w i w_d istnieje tylko jedna najkorzystniejsza V_s, przy której osiąga się maksymalną V_p. Mniejsza od najkorzystniejszej V_s powoduje wprawdzie dolot do następnego komina z większą wysokością, ale

opóźnienie spowoduje, że szybowiec lecący na właściwej V_s zdąży z nadmiarem skompensować w kominie niższy przylot (rys. 106). Stosowanie nadmiernej V_s powoduje tak dużą stratę wysokości, że nie da się jej skompensować wcześniejszym dolotem.

Ogólnie można powiedzieć, że na podwyższenie wartości V_s wpływają w jednakowym stopniu wzrost w_w jak i w_d. Określenie najkorzystniejszej V_s „na oko" jest możliwe w przypadku posiadania dużego doświadczenia przelotowego. Właściwą V_s i odpowiadającą jej V_p najprościej można znaleźć posługując się biegunową prędkości szybowca. Podstawą wyjścia do metody graficznej jest podzielenie obu stron równania na V_p przez V_s. Otrzymujemy wówczas:

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{w_w}{w_d + w_{ow} + w_w}$$

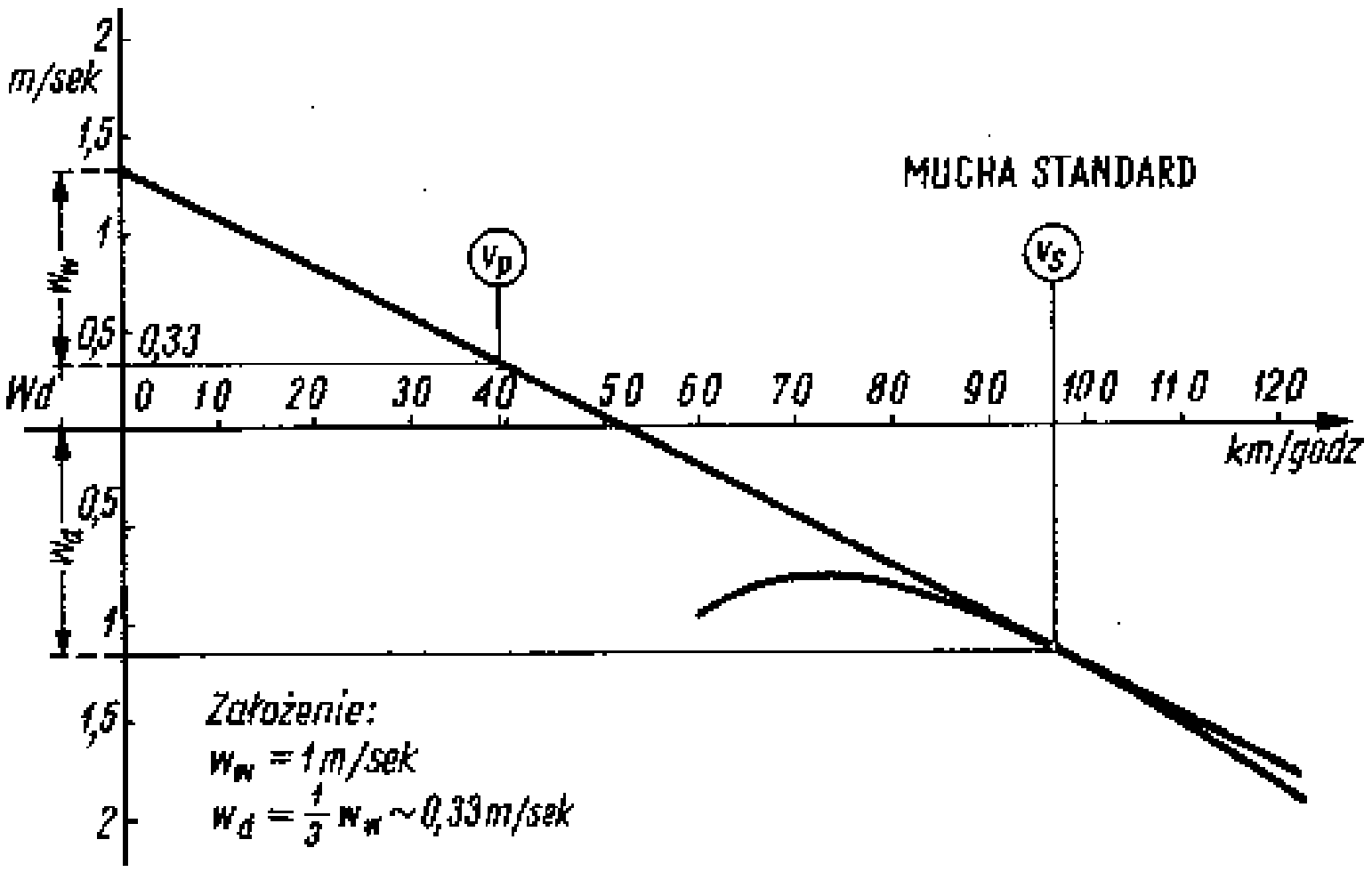
Prędkość przeskoku znajdujemy graficznie następująco. Na pionowej osi układu biegunowej prędkości wyznaczamy w górę odcinek odpowiadający wartości duszeń, a następnie wartości wznoszeń. Z końca tego ostatniego odcinka wykreślamy styczną do biegunowej prędkości. Rzut punktu styczności na oś pionową wyznacza prędkość przeskoku. Odcinek równoległy do osi poziomej, wyprowadzony z punktu oddzielającego w_d od w_w i ograniczony styczną, odpowiada wartości V_p. Rzut punktu styczności



Rys. 106. Właściwa i niewłaściwa prędkość przeskoku (cyfry oznaczają jednoczesne pozycje szybowców)

na oś pionową wyznacza opadanie własne podczas przeskoku, a suma w_{ow} i w_d stanowi wskazanie wariometru (rys. 107). Oczywiście, stosowanie metody graficznej w czasie przelotu nie jest możliwe. Służy ona przede wszyst-

kim jako podstawa do zrozumienia schematu przelotu i wzajemnej zależności parametrów przelotu. Jest bardzo pomocna przy ocenie i porównaniu szybowców, a także służy do opracowywania krążkowych wskaźników prędkości przeskokowej dla poszczególnych typów szybowców. Sposób opracowania takiego wskaźnika znajdzie Czytelnik w książce pt. „Przeloty szybowcowe" *).



Rys. 107. Graficzne wyznaczanie prędkości przeskoku i prędkości przelotowej

Warto dodać, że właściwości przelotowe szybowca zależą od kształtu jego biegunowej prędkości. Im jest ona bardziej płaska, tym mniejsze opadania własne towarzyszą dużym V_s, pozwalając na osiąganie większych prędkości przelotowych w tych samych warunkach.

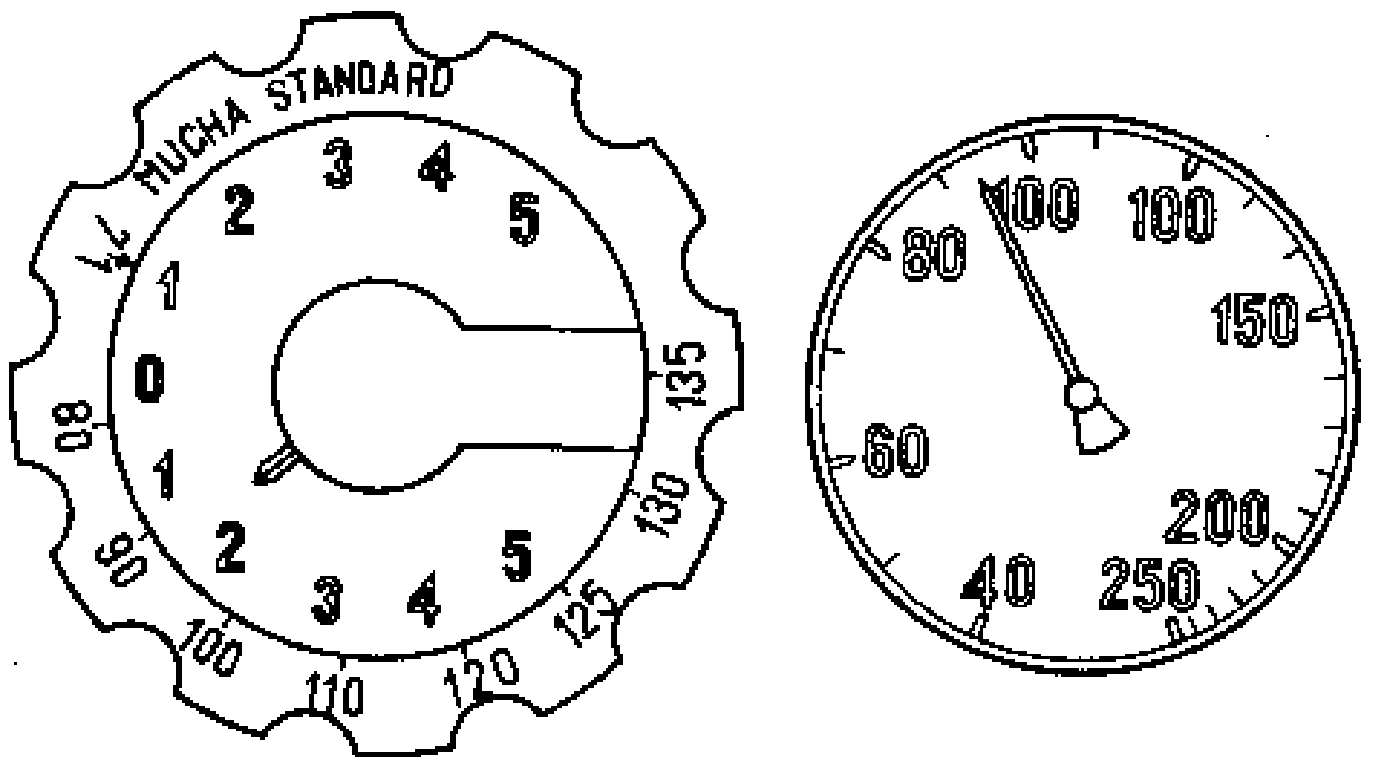
Przy opisie schematu przelotu nie uwzględniono wiatru. Wiatr nie zakłóca jednak schematu przelotu termicznego, ponieważ kominy przesuwają się wraz z nim tak samo, jak szybowiec w nich krążący lub wykonujący przeskok. Wiatr nie ma więc wpływu na V_s, lecz wpływa na V_p, zwiększając lub zmniejszając prędkość szybowca względem ziemi. Prędkość podróżna szybowca, rozumiana jako stosunek przelecianej drogi do czasu trwania przelotu, jest wynikiem wektorowego sumowania V_p i prędkości wiatru.

*) E. Makula, S. Skrzydlewski, S. Wielgus — Przeloty szybowcowe. MON 1953 r.

Wiatr ma jednak wpływ na schemat przelotu przy wykorzystaniu wznoszeń dynamicznych, związanych z określonymi punktami terenu, oraz na dobór V_s w takim przelocie. Schemat przelotu z wykorzystaniem wznoszeń stacjonarnych znajdzie Czytelnik we wspomnianej już książce „Przeloty szybowcowe".

Posługiwanie się wskaźnikiem prędkości przeskokowej. Właściwą prędkość przeskokową znajduje się na kalkulatorze krążkowym następująco: 1) początek skali krążka ustawia się naprzeciw wartości średniego wznoszenia kominowego, 2) podczas przeskoku utrzymuje się prędkość wskazywaną przez strzałkę wariometru na skali wskaźnika (rys. 108). Ustawienie wskaźnika nie jest rzeczą prostą, gdyż wymaga określenia średniego wznoszenia kominowego wobec niestałych wskazań wariometru. Średnie wznoszenie jest stosunkiem uzyskanej w kominie wysokości do czasu jej zdobycia. Do określenia średnich wznoszeń można stosować następujące praktyczne reguły: 1) średnie wznoszenie wynosi ok. połowy maksymalnych wskazań wariometru w kominie, 2) średnie wznoszenie równa się w przybliżeniu wartości, poniżej której nie spadają na czas dłuższy wskazania wariometru w kominie.

Ustawienie wskaźnika zależy nie tylko od wartości średniego wznoszenia. Im większą wartość wznoszeń

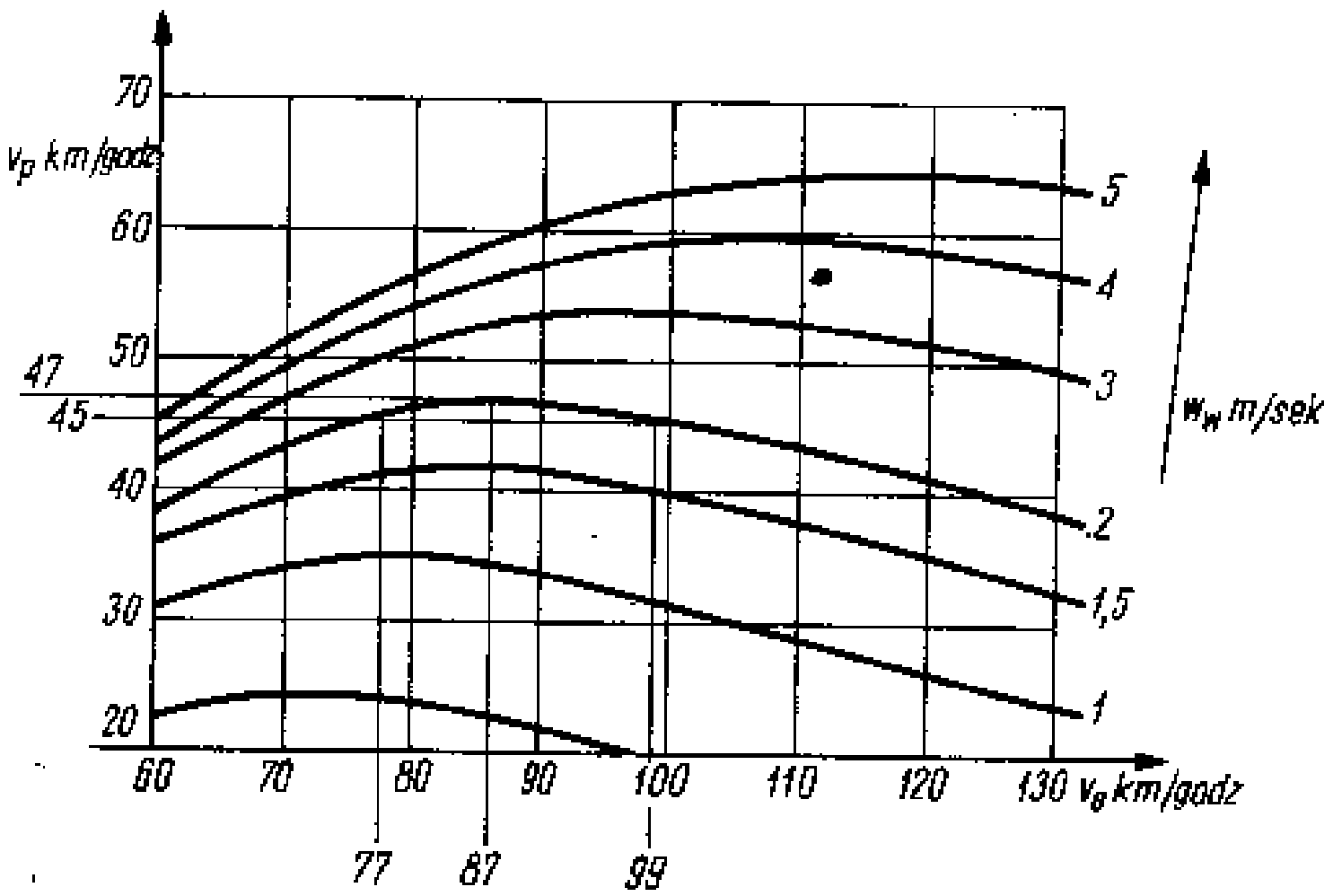


Rys. 108. Dobór prędkości przeskoku wg krążkowego wskaźnika

przyjmuje się na krążku, tym mniejszy jest zasięg szybowca podczas przeskoku i niższy dolot do następnego komina. Przy niskim pułapie wznoszeń lub dużej odległości międzykominowej, zasięg szybowca lecącego z właściwą dla danego wznoszenia prędkością przeskokową może się okazać za mały do przebycia odległości między-

kominowej. Należy również pamiętać, że V_s zależy nie od wznoszeń w kominie, który szybowiec opuszcza, lecz od średniego wznoszenia w kominie, do którego wykonuje przeskok.

Mając na uwadze pewność i bezpieczeństwo przelotu, lepiej jest ustawić krążek na wartości mniejsze od spo-



Rys. 109. Wykres zależności prędkości przelotowej (V_p) od prędkości przeskoku (V_s) dla różnej prędkości średnich wznoszeń (W_w) dla szybowca „Mucha ter".

Przykład na wykresie: właściwa V przy W = 2 m/sek wynosi 95 km/godz; stosowanie V w zakresie od 77 do 99 km/godz powoduje spadek V najwyżej o 2 km/godz.

dziewanych, tym mniejsze, im mniejsze doświadczenie przelotowe szybownika, mniejszy pionowy zasięg wznoszeń, im wyżej zaczynają się wznoszenia, trudniej je centrować i większe są odległości międzykominowe. Ostrożność tę stosuje się również w razie małego „nasycenia" terenu polami odpowiednimi do lądowania. Piloci o małym doświadczeniu powinni więc ostrożnie przesuwać krążek w górę, po starannym namyśle i ocenie warunków, a w razie wątpliwości — ustawić wskaźnik na zero. Takie ustawienie zaleca się przy pierwszych przelotach.

Stosowanie przy tym mniejszych od właściwych prędkości przeskoku ma niewielki wpływ na prędkość przelotową. Ilustruje to wykres na rysunku 109, obrazujący zależność prędkości przelotowej od stosowanej prędkości przeskoku. Wynika z niego, że w dość szerokim zakresie prędkości przeskoku większych i mniejszych od właściwej, prędkość przelotowa praktycznie pozostaje bez zmian.

Minimalne zmniejszenie prędkości przelotowej jest zawsze opłacalne na rzecz znacznego zwiększenia pewności wykonania przelotu.

Dolot. Końcowym etapem przelotu jest lot ślizgowy po opuszczeniu ostatniego komina. Nazywa się on dolotem. W przelocie otwartym, gdy chodzi o uzyskanie jak największej odległości, dolot powinien się odbywać z prędkością maksymalnego zasięgu, przy uwzględnieniu wiatru, który najczęściej jest wiatrem tylnym. Na przelocie docelowym dolot należy rozpocząć dopiero po znalezieniu się w strefie zasięgu punktu docelowego. Strefę tę należy obliczyć i wyznaczyć przed startem na podstawie prognozy meteorologicznej. Możliwość niesprawdzenia się prognozy dyktuje mały współczynnik pewności dolotu, rzędu 0,5. Konieczność zorientowania się w ruchu nad docelowym lotniskiem, poznania jego położenia, wczesnego zauważenia przeszkód w pobliżu ewentualnego lądowiska, narzuca przesunięcie wierzchołka strefy zasięgu punktu docelowego na wysokość 500 m, gdy jest on lotniskiem, i 700 m, gdy jest on lądowiskiem. Posługiwanie się na dolocie wskazaniami wysokościomierza wymaga uwzględnienia różnicy wysokości między startem a celem.

Podczas przelotów prędkościowych, gdy jest ważne nie tylko osiągnięcie celu, lecz również uzyskanie maksymalnej V_p, dolot do celu powinien się odbywać z V_s wynikającą z warunków dnia. Obliczenie wysokości potrzebnej na dolot wymaga posłużenia się kalkulatorem dolotu. Wskazówki na ten temat znajdzie Czytelnik w pracy Edwarda Makuli pt. „Dolot" zamieszczonej w „Biuletynie instruktora szybowcowego" (wydawnictwo wewn. Aeroklubu PRL).

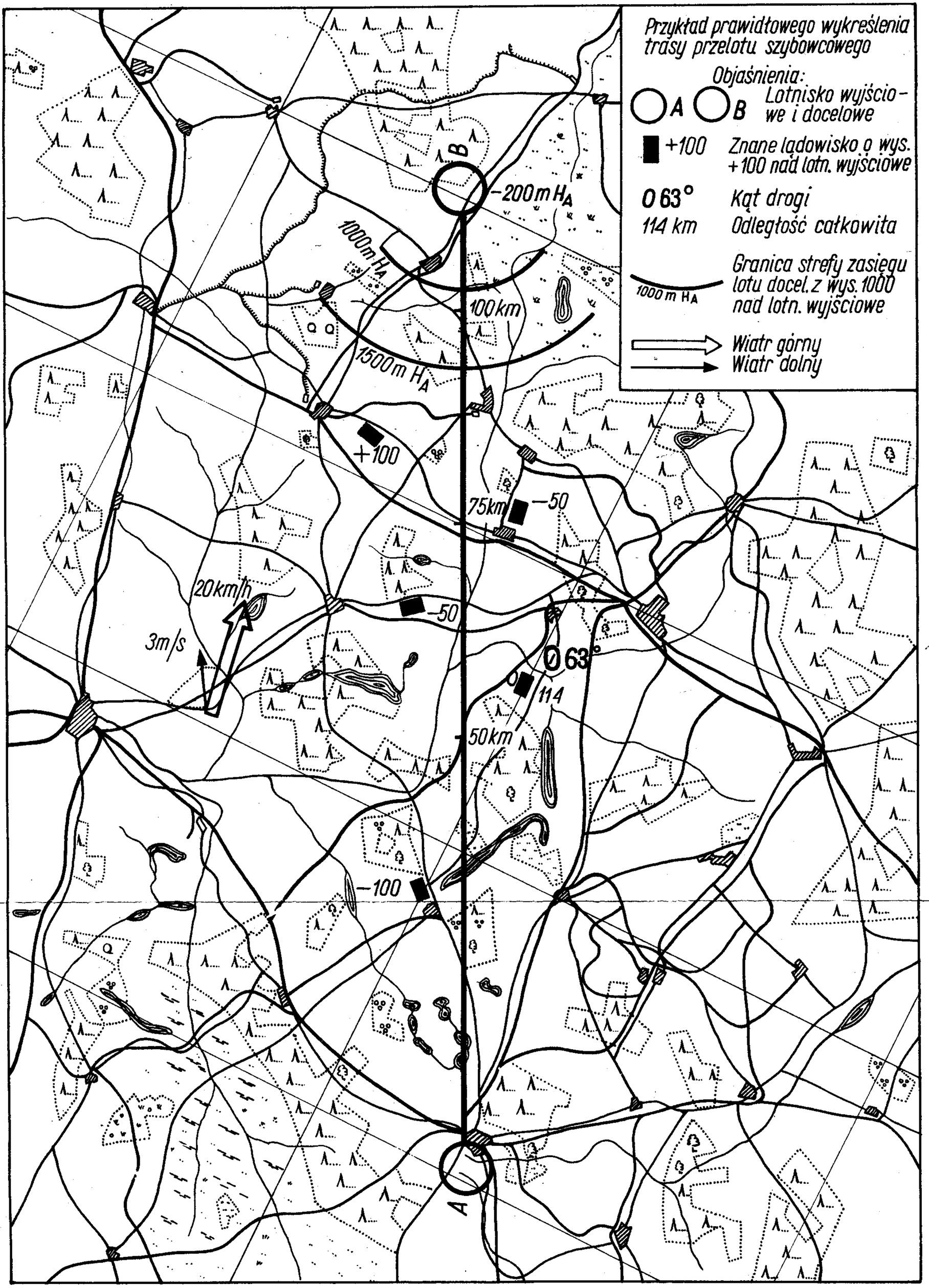
2. Przygotowanie do przelotu

Próbę przelotu może podejmować pilot, który:

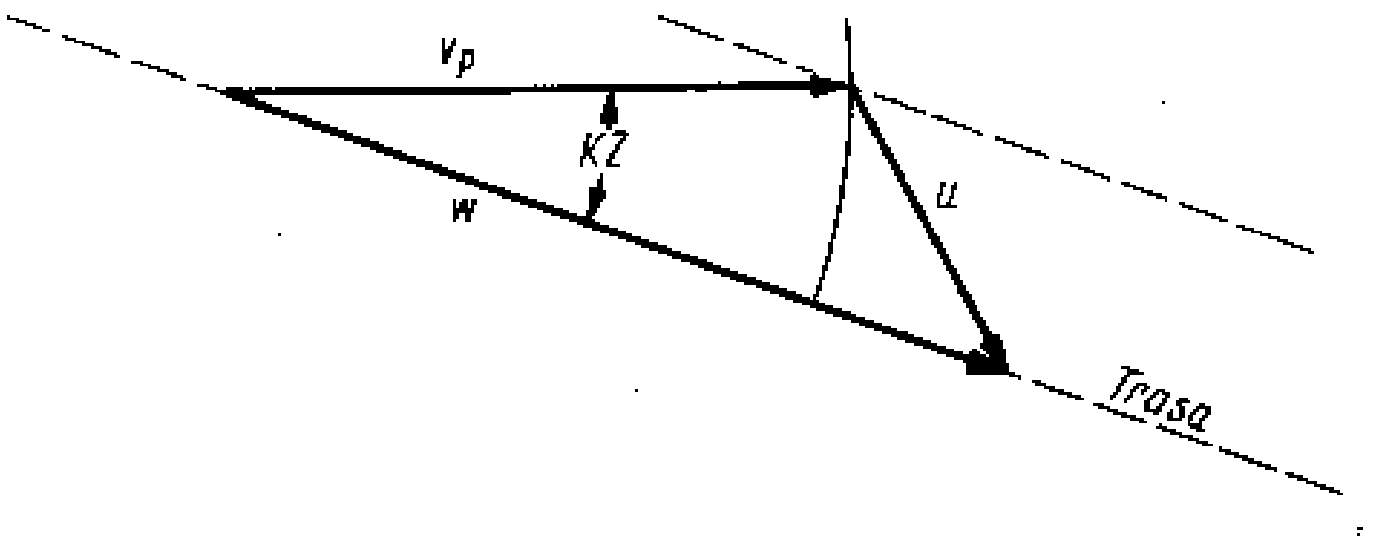
- nauczył się swobodnie wykorzystywać wznoszenia termiczne,
- zdobył odpowiednie doświadczenie w posługiwaniu się mapą i kalkulatorem krążkowym,
- opanował dobrze lądowanie na celność przy różnych sposobach podejścia do lądowania,
- opanował typ szybowca, na którym ma się odbyć przelot (wykonał na nim co najmniej 20 lotów).

Przygotowując się do przelotu trzeba opanować podstawy nawigacji lotniczej (rys. 110) oraz teoretyczne podstawy techniki i taktyki przelotowej. Ważne jest poznanie

Przykład prawidłowego sposobu wykreślenia trasy przelotu szybowcowego



prędkości przelotowych typu szybowca używanego do przelotów, przy różnej sile średnich wznoszeń. Jeżeli instrukcja eksploatacji szybowca zawiera te dane, to dla pierwszych przelotów należy je zmniejszyć o $5 \div 10$ km/h zależnie od wartości wznoszeń, mając na uwadze stosowanie mniejszych prędkości przeskokowych. W razie braku



Rys. 110. Szybowcowy przelotowy trójkąt prędkości

tych danych w instrukcji, wyliczenie ich samemu jest dobrym ćwiczeniem w zrozumieniu i zapamiętaniu podstawowych zasad przelotu. W wyliczeniu należy przyjmować w_d w granicach $0{,}2 \div 0{,}3\ w_w$.

Przygotowanie nawigacyjne do przelotu obejmuje:

— zapoznanie się z prognozą meteorologiczną i zadaniem przelotu,
— wykreślenie trasy przelotu (tablica 2),
— studium trasy przelotu,
— wykonanie obliczeń nawigacyjnych.

Wykreślenie trasy przelotu obejmuje następujące czynności:

— połączenie lotniska docelowego z wyjściowym linią prostą,
— wypisanie z prawej strony trasy kąta drogi i odległości,
— zapisanie z prawej strony trasy w miejscach przecinania się trasy z charakterystycznymi obiektami lub przechodzenia obok tych obiektów — odległości od lotniska wyjściowego,
— zaznaczenie prostokącikami znanych lądowisk w pobliżu trasy,
— zapisanie obok lądowisk i punktów charakterystycznych ich wysokości względem lotniska macierzystego (ułatwi to odczytanie wysokości rzeczywistej, obliczonej za pomocą wzoru: $H_{rzecz.} = H$ wysokościomierza minus $(\pm)\,\Delta H$ z mapy),
— wykreślenie z lewej strony trasy wektora wiatru z oznaczeniem jego prędkości w warstwie do 500 m

i powyżej (gdy kierunki wiatru są różne na różnych wysokościach i na różnych odcinkach trasy, należy to oznaczyć na mapie),
— naniesienie strefy zasięgu punktu docelowego (tablica 2).

Wykonanie obliczeń nawigacyjnych w postaci tabelki (rys. 111) wymaga rozwiązania nawigacyjnych trójkątów prędkości dla różnej siły wznoszeń. Obliczony z nawigacyjnego trójkąta prędkości kurs busoli należy utrzymywać

W_w	Średnica V_s	V_p	KD	KB	W	Czas przel. 20 km	Czas przel. 50 km
0,5	83	28	63°	38°	41	0 h 29′	1 h 13′
1	95	41	63°	46°	54	0 h 21′	0 h 56′
1,5	104	50	63°	49°	65	0 h 19′	0 h 46′
2	117	55	63°	50	70	0 h 17′	0 h 43′

KD — kąt drogi,
KB — kurs przeskoku po uwzględnieniu kąta znoszenia,
W — prędkość podróżna.

Uwaga: do obliczeń przykładu przyjęto wiatr wiejący z kierunku 260° o prędkości 20 km/h.

Rys. 111. Przykład tabelki obliczeń nawigacyjnych do przelotu jednokierunkowego w słabych wznoszeniach dla szybowca „Mucha Standard"

podczas przeskoku z prędkością odpowiadającą danej wartości w_w. Pamięciowe opanowanie trasy przelotu ułatwia orientację w terenie i zmniejsza absorbowanie uwagi mapą.

Wyposażenie osobiste pilota powinno być takie, jak do lotu termicznego, uzupełnione osobistym dokumentem wyszkoleniowym, dokumentacją sportową i drukiem sprawozdania z przelotu, notatnikiem z numerami telefonów pobliskich lotnisk i niewielką kwotą pieniędzy.

Przygotowanie szybowca obejmuje staranny przegląd, jak do lotu termicznego, ze szczególnym uwzględnieniem sprawności hamulca kółka oraz terminu ważności świadectwa sprawności technicznej szybowca. Szybowiec należy dodatkowo wyposażyć w książkę pokładową, pokrowce na limuzynę i dajniki przyrządów pokładowych, sprzęt

do kotwiczenia, narzędzia do demontażu i kilkumetrowy odcinek liny zakończonej z jednej strony kółkiem — służący do transportu szybowca przez niefachową obsługę.

3. Technika i taktyka przelotu szybowcowego

Najodpowiedniejsze warunki do pierwszych przelotów stwarza termika cumulusowa o podstawie chmur co najmniej 1500 m. Start do przelotu powinien nastąpić w porze dnia zapewniającej osiągnięcie punktu docelowego przynajmniej na godzinę przed okresem słabnięcia termiki. Odczepienie po stronie nawietrznej lotniska i na wysokości nie większej niż 600 m umożliwia pilotowi zapoznanie się z warunkami termicznymi przed odejściem na przelot. Odejście na trasę powinno nastąpić po zorientowaniu się w sile i charakterze wznoszeń, wysokości pułapu komina (100 m poniżej podstawy cumulusa), nie mniejszej jednak niż 1000 m. W czasie wykręcania pułapu nad lotniskiem należy obserwować rozwój chmur na trasie i czekać na dogodny moment oddalania się od lotniska. Odlot powinien nastąpić w kierunku wcześniej obranej chmury, położonej w przybliżeniu na obliczonym kursie. Gdy jest to niemożliwe, lepiej zaczekać kilkanaście minut nad lotniskiem, niż rozpoczynać przelot od „żebrania się" już na pierwszych kilometrach trasy.

W trakcie przelotu należy sporo uwagi poświęcić ocenie odległości między chmurami. W godzinach południowych odległości międzykominowe wahają się w granicach $5 \div 10$ km. Przeskok trwa zwykle od 4 do 8 minut i wiąże się ze stratą wysokości $400 \div 800$ m. Dlatego obowiązuje zasada dolatywania do bliższej chmury, nawet gdy położona jest ona nieco z boku trasy. Jeżeli trasa nie leży w łożu wiatru, należy w takim przypadku wykonywać przeskok w kierunku chmury położonej po stronie nawietrznej trasy. Gdy według oceny pilota przeskok do następnej chmury wiązałby się ze zniżeniem do wysokości rzędu $500 \div 600$ m, na której czas rozpocząć poszukiwanie terenu do lądowania, należy zaczekać na utworzenie się bliższej chmury na trasie lub — gdy to jest niemożliwe — wykonać przeskok w bok trasy w kierunku łatwiejszych do osiągnięcia wznoszeń.

Bardzo korzystny jest przelot pod rzędem cumulusów tzw. szlakiem, pod którym możliwe jest pokonywanie dużych odcinków trasy z minimalną stratą wysokości. Dlatego niemal zawsze opłacalny jest przeskok w bok pod szlak cumulusowy, równoległy lub prawie równoległy

z trasą. W locie pod szlakiem nie ma potrzeby krążenia. Długotrwałe wznoszenia należy przelatywać z prędkością zmniejszoną do ekonomicznej, a poza wznoszeniami utrzymywać prędkość dyktowaną przez wskaźnik przeskoku.

W pierwszych przelotach nie należy dążyć do osiągnięcia dużej prędkości przelotowej, gdyż obniża to pułap przelotu. Rozsądne jest wykorzystywanie każdego napotkanego wznoszenia. Jeżeli po wykonaniu przeskoku pod upatrzoną chmurę stwierdzamy brak wznoszeń w trakcie przelatywania pod nią, nie stanowi to jeszcze dowodu, że nastąpił już zanik prądów. W takim przypadku opłaca się spenetrować zawietrzną i nasłonecznioną stronę chmury, jednocześnie bacznie obserwując, czy w sąsiedztwie nie pojawiają się inne chmury. Brak wznoszeń na nawietrznej i nasłonecznionej stronie chmury zmusza do podjęcia decyzji co do dalszego postępowania. W ocenie sytuacji ważną rolę odgrywają aktualne wskazania wariometru (zero umożliwia czekanie), dysponowana wysokość i odległość od spodziewanych wznoszeń. W razie małej wysokości (600 ÷ 500 m) nie należy ryzykować desperackich przeskoków, a rozsądniej jest obrać pole do lądowania i w strefie jego zasięgu utrzymywać się na „zerach" lub poszukać wznoszeń nad kontrastami terenowymi.

Gdy podczas przelotu na termice cumulusowej napotyka się obszar bezchmurny, to można spodziewać się, że nie występują tam noszenia. Jeżeli to jest możliwe, trzeba podjąć próbę ominięcia takiego obszaru. Gdy z boku trasy również nie występują chmury, najlepiej jest wykręcić w wykorzystywanym kominie maksymalną wysokość, wyczekując na pojawienie się chmury, ponieważ atermiczność terenu może być wywołana chwilowym kryzysem, który po niewielkim czasie mija. Przy braku rezerwy czasu lub wysokości nie pozostaje nic innego, jak tylko skierować się w rejon widocznych kontrastów terenowych i lecąc z prędkością maksymalnego zasięgu szukać wznoszeń. Trzeba unikać wchodzenia pod ławice chmur warstwowych powstałych z rozlania się cumulusów pod inwersją, chyba że pod taką warstwą występują normalnie rozwijające się cumulusy.

Poważnym błędem młodych szybowników jest wracanie się w chwili gdy wyda im się, że przeskok będzie nieudany. Przeświadczenie takie najczęściej jest mylne, a wywołuje je niepokój lub tendencja do pośpiechu. Dlatego przed podjęciem decyzji o zmianie kierunku przeskoku należy spokojnie ocenić, czy rzeczywiście nie ma ona szans

powodzenia. W razie konieczności należy się kierować do najbliższej chmury, leżącej z boku trasy, a nie z tyłu, chyba że taka ewentualność została z góry założona podczas zapuszczania się w rejon bezchmurny.

W razie napotkania burzy termicznej można podjąć próbę jej ominięcia (jeżeli pozwala na to rodzaj terenu), gdy pojawi się burza frontowa, należy wybrać teren do lądowania, wylądować bez zwłoki, po czym dobrze zabezpieczyć szybowiec. Podczas przelotu nie wolno wchodzić w chmurę. Czasem skłania do tego chęć uzyskania większej wysokości i brak kontroli ze strony instruktora. Niedostateczne przygotowanie do lotów chmurowych (właściwe szybownikom na tym etapie szkolenia) wyklucza możliwość poprawnego wykonania takiego lotu i w efekcie pilot nic nie zyskuje poza długotrwałym urazem do lotów chmurowych.

Podczas przelotu na termice bezchmurnej lub prawie bezchmurnej o wznoszeniach można się orientować według kontrastów terenowych i występujących zamgleń na niebie, widocznych szczególnie z mniejszej wysokości. Dobre rezultaty daje poszukiwanie wznoszeń ze skraju masywów leśnych, w pobliżu jezior i nad osiedlami. Należy jednak unikać ciągłych i nieuzasadnionych zmian kierunku przeskoku, które prowadzą do omijania kominów i zmniejszają zasięg lotu.

Poważnym błędem jest nadmierne absorbowanie uwagi wskaźnikiem prędkości przeskokowej. Decydujące znaczenie na przelocie ma właściwa ocena sytuacji i prawidłowe ustalenie kierunku przeskoku. Drobne niedokładności w utrzymywaniu V_s według wskaźnika mają znaczenie drugorzędne. Przy malejącej gwałtownie wysokości wielu pilotów zmniejsza prędkość przeskokową poniżej prędkości maksymalnego zasięgu. Stanowi to błąd wpływający zdecydowanie ujemnie na możliwość wykonania przelotu.

Nawigowanie w czasie przelotu sprowadza się do utrzymywania kursu i orientowania się w terenie według dużych, z daleka widocznych obiektów, takich jak kontury lasu, drogi, miasta, rzeki i wyraźnie zaznaczone na mapie wzniesienia terenowe. Nawet jeżeli teren jest słabo „nasycony" takimi obiektami, to duża wysokość lotu zwiększa zasięg patrzenia i pozwala na orientowanie się w terenie. Prowadzenie orientacji szczegółowej, a zwłaszcza ciągłe porównywanie dostrzeżonych drobnych obiektów w terenie i mapy absorbuje niepotrzebnie uwagę, a trudność w identyfikacji szczegółów niepokoi pilota i wpływa ujemnie na orientację, technikę pilotażu i taktykę przelotu.

Orientowanie mapy polega na trzymaniu jej w kabinie w taki sposób, że trasa przelotu jest równoległa z trasą wykreśloną na mapie. Należy uwzględnić przy tym w przybliżeniu kąt znoszenia. Ocena i uwzględnienie wpływu bocznego wiatru jest istotnym elementem nawigowania. W razie utraty orientacji w terenie należy kontynuować lot po kursie i czekać na ukazanie się wyraźnego obiektu terenowego, a następnie odszukać go na mapie, licząc się z tym, że może być położony z boku trasy. W razie całkowitej utraty orientacji i niemożności jej wznowienia należy zachowując kurs kontynuować przelot w czasie gwarantującym przelecenie odległości równej długości trasy, a następnie wylądować na dużym lądowisku.

4. Lądowanie na obcym lotnisku

Dolot do lotniska docelowego należy rozpocząć po osiągnięciu jego strefy zasięgu, naniesionej na mapie. W pobliżu lotniska należy bardziej szczegółowo zorientować się w terenie, aby jak najwcześniej je spostrzec, co ułatwi wzrokową ocenę kąta wysokości. Po przeleceniu nad lotnisko należy zakrążyć, obserwując ruch nadlotniskowy, rozłożenie znaków startowych oraz kierunek i siłę wiatru dolnego.

Ważną rzeczą jest sprawdzenie posiadanej wysokości i wprowadzenie poprawki na wysokościomierzu. Poprawkę można wprowadzić, regulując wysokościomierz przy niezbyt wielkim opadaniu lub wznoszeniu, pamiętając, że nie będzie to wysokość ściśle rzeczywista i że należy polegać głównie na wzrokowej ocenie wysokości i kąta wysokości. W krąg należy wejść zgodnie z obowiązującym nad lotniskiem kierunkiem ruchu szybowców, z wysokością nie mniejszą niż 200 m. W kręgu trzeba jeszcze raz ocenić prędkość i kierunek wiatru w stosunku do znaków startowych. Po wylądowaniu należy zabezpieczyć szybowiec, zanotować godzinę lądowania i zgłosić się do zawiadowcy lotniska.

5. Tereny przygodne

Lądowanie w terenie przygodnym i start z niego zespołu, to sytuacja normalna w warunkach przelotu szybowcowego. Mimo swej codzienności wymaga ono od pilota szybowcowego, z racji licznych okazji do uszkodzenia cennego

sprzętu, dużego poczucia odpowiedzialności, krytycznej oceny sytuacji, zaradności i ostrożności.

Wybór terenu przygodnego lądowania. Na przygodne lądowisko należy w pierwszej kolejności wybierać zaorane, gładkie pole, gołe lub pokryte niską, jasnozieloną roślinnością. W dalszej kolejności inne grunty uprawne z wyjątkiem wysokich zbóż, a dopiero w ostateczności łąki i pastwiska. Niejednolity kolor uprawy świadczy o nierówności gruntu i dlatego należy unikać takich łąk i pól.

Łąka staje się bardzo dogodnym lądowiskiem dla pilotów z dużym doświadczeniem, którzy potrafią ocenić na podstawie koloru trawy, czy jest ona sucha oraz umieją zauważyć na niej przeszkody. Zawsze należy się liczyć z możliwością pozostawienia na łące różnych przedmiotów oraz istnieniem ukrytych w trawie i niewidocznych z lotu rowów, dziur czy pagórków.

Po ocenie nawierzchni trzeba ocenić rozległość lądowiska, porównując je w wyobraźni z rozmiarami własnego lotniska oglądanego z tej samej wysokości oraz na zasadzie oceny proporcji między tym polem a obiektami o znanej wielkości (domy, szerokość szosy, wzajemna odległość słupów linii elektrycznych i telefonicznych). Minimalna długość pola całkowicie otwartego powinna wynosić 250 m, zaś szerokość 50 m. Następnie ocenie podlega usytuowanie pola w stosunku do wiatru i przeszkód terenowych, jak również pochyłość terenu.

Należy unikać pól z podejściem znad przeszkód, chyba że rozmiary pola na to pozwalają. Szczególną uwagę należy zwrócić na usytuowanie linii elektrycznych, gdyż trudne do dostrzeżenia z większej wysokości przewody mogą pojawić się na podejściu do lądowania w ostatniej chwili i na wysokości uniemożliwiającej ich ominięcie. Po całkowitej ocenie sytuacji należy ustalić linię lądowania i punkt przyziemienia.

Lądowanie powinno odbyć się w zasadzie pod wiatr lub przy wietrze czołowo-bocznym. Należy unikać lądowania z wiatrem tylnym i bocznym. Wykluczyć należy lądowanie ze stokiem lub w poprzek zbocza, chyba że pochyłość terenu jest niewielka, a boczny wiatr wiejący pod stok (!) zrównoważy ześlizg spowodowany koniecznością utrzymywania równoległego położenia skrzydeł do terenu. W razie widocznej pochyłości pola już z dużej wysokości, lądowanie powinno odbyć się pod stok, bez względu na kierunek wiatru o niewielkiej (do 4 m/sek) sile. Jeżeli ze względu na pochyłość terenu nie ma możliwości lądowania pod

wiatr o większej sile, należy wybrać inne lądowisko. Kiedy istnieje możliwość wyboru między polem o wymiarach minimalnych, lecz z podejściem całkowicie otwartym, a terenem większym, lecz zmuszającym do stromego podejścia znad wysokich przeszkód — lepiej jest wybrać to pierwsze. Znacznie trudniej jest wykonać szybowanie nisko nad przeszkodami niż „zmieścić się" na polu o długości 250 m.

Manewr do lądowania i lądowanie. Manewr do lądowania najlepiej przeprowadzić za pomocą kręgu czterozakrętowego lub trójkątnego, ponieważ w obu przypadkach stosuje się najłatwiejsze podejścia pod kątem 90° do linii lądowania i obliczenie sprawia najmniej trudności. Manewr z zakrętu o 180° jest ostatecznością. Esowanie może zastąpić poprzednie manewry, gdy ze względu na słabą widoczność pola z boku, konieczny jest jego przegląd z kierunku lądowania. Wymaga ono znacznego zapasu wysokości i prawidłowego podziału uwagi między sterowanie w zakrętach i obserwację pola. Lepiej więc esowania unikać.

Manewr do lądowania w terenie przygodnym należy wykonywać z prędkością zwiększoną o 10 km/h ponad V_{opt} i ze sporym zapasem wysokości, jednak nie tak dużym, aby wytracanie go otwarciem hamulców nastręczało trudności, nawet w razie wystąpienia wznoszeń.

Poprawne wykonanie manewru w wysokim stopniu zależy od prawidłowej oceny wiatru. Ocenę taką ułatwia znajomość komunikatu meteorologicznego. Mając jednak na uwadze możliwość niesprawdzenia się prognozy, zmiany warunków lub lokalnej odchyłki, należy zorientować się dokładnie w sile i kierunku wiatru na podstawie znoszenia w krążeniu nad obranym polem, pochylenia pobliskich dymów, falowania zbóż itp.

Podczas manewru trzeba stale kontrolować kąt wysokości, regulując go otwieraniem hamulców aerodynamicznych. Nie wolno dopuścić do sytuacji, w której zabrakłoby wysokości na przelot nad przeszkodami lub wykonanie ostatniego zakrętu. Podczas szybowania nadmiar wysokości wytraca się przede wszystkim hamulcami, a w razie konieczności — dodatkowo ześlizgiem. Rozpędzenie szybowca podczas szybowania grozi, zwłaszcza przy słabym wietrze, przelotem. Profil lądowania można wykonywać z prawie całkowicie otwartymi hamulcami, co pozwala na przeskoczenie — przez zamknięcie hamulców — zauważonej w ostatniej chwili płaskiej, niewielkiej przeszkody.

Lądowanie na niskiej uprawie nie różni się od lądowania na lotnisku, z wyjątkiem silniejszego zwykle hamowania

szybowca na dobiegu przez bardziej miękkie podłoże. Lądowanie w ziemniakach lub burakach powinno się odbyć w poprzek bruzd, gdyż przyziemienie się wzdłuż lub skośne do bruzd może skończyć się uszkodzeniem szybowca. Lepiej więc unikać tego rodzaju upraw.

Lądowanie na wysokich uprawach jest ostatecznością. Należy je przeprowadzić — przyjmując powierzchnię roślinności za powierzchnię przyziemienia — dokładnie pod wiatr, przy jak najdokładniejszym zachowaniu równowagi poprzecznej i z całkowicie zamkniętymi hamulcami aerodynamicznymi. Szybowiec należy podprowadzić na prędkości optymalnej i odpowiednio płasko, wytrzymać nieco wyżej niż normalnie, co pozwoli na przyziemienie z minimalną prędkością i lekkim przepadnięciem. Otwarcie hamulców lub niezachowanie równowagi poprzecznej kończy się przyhamowaniem jednego ze skrzydeł i w konsekwencji tzw. cyrklem powodującym najczęściej uszkodzenie szybowca. Ten sam skutek powoduje boczny wiatr.

Zabezpieczenie szybowca w terenie przygodnym. Po wylądowaniu należy zanotować godzinę, zabezpieczyć prowizorycznie szybowiec przed wiatrem (otworzyć hamulce i przycisnąć końcówkę skrzydła nawietrznego rozbrojonym i włożonym do pokrowca spadochronem), a następnie dokładnie sprawdzić, czy nie ma uszkodzeń spowodowanych lądowaniem. Po nadejściu przygodnych widzów, należy przy ich pomocy przesunąć szybowiec na skraj lądowiska, o ile to możliwe — w miejsce bardziej osłonięte od wiatru. Tam trzeba bardziej trwale zabezpieczyć szybowiec posiadanymi środkami do kotwiczenia, po czym dokonać oceny przydatności pola do lądowania samolotu i startu zespołu (patrz niżej).

Przed udaniem się do telefonu należy powierzyć szybowiec opiece osoby pouczonej o sposobie opiekowania się, najlepiej milicjantowi lub osobie wyznaczonej przez miejscowe władze. Dobrze jest zanotować nazwisko i adres opiekuna. W meldunku telefonicznym należy podać godzinę lądowania, stan szybowca, dokładne położenie lądowiska, według mapy 1 : 500 000, w stosunku do najbliższej miejscowości oznaczonej na mapie oraz ewentualne dane dla pilota samolotu, takie jak rozmiary lądowiska, jego usytuowanie w stosunku do wiatru, rodzaj nawierzchni i charakter podejścia do lądowania. W razie konieczności pozostawienia szybowca do następnego dnia należy go starannie zakotwiczyć i zapewnić opiekę milicji na noc.

W terenie przygodnym istnieje duża możliwość uszkodzenia szybowca przez niesfornych lub nieświadomych widzów, dla których szybowiec stanowi dużą atrakcję. Dlatego nie wolno dopuścić do nadmiernego zbliżania się widzów, przepychania się w niebezpiecznej bliskości szybowca, przeskakiwania przez stateczniki i końcówki skrzydeł. Uważać należy na rowerzystów, którzy podprowadzają zwykle rowery blisko do szybowca. Lądowanie należy bezwzględnie zgłosić milicji lub innej władzy administracyjnej w celu uzyskania poświadczenia lądowania.

Przyjęcie samolotu i start zespołu. Nie każde pole, na którym możliwe jest bezpieczne lądowanie szybowca, nadaje się do startu zespołu. Zapominają o tym często szybownicy wzywając samolot na lądowisko, gdzie jego lądowanie, jak i start zespołu nie jest możliwy. Wprawdzie minimalne rozmiary pola o otwartym podejściu są takie same dla szybowca, jak i dla samolotu oraz startu zespołu, pamiętać jednak trzeba, że szybowiec łatwo ląduje na miękkiej i nierównej nawierzchni, podczas gdy lądowanie i start zespołu w takich warunkach są wykluczone. Dlatego przed podjęciem decyzji o wezwaniu samolotu należy skrupulatnie ocenić przydatność pola do startu zespołu, kierując się następującymi kryteriami oceny: nawierzchnia pola powinna być twarda i równa, uprawa niewysoka, rozmiary pola nie mniejsze niż 250×50 m, wiatr równoległy do dłuższego boku prostokąta pola, a odległość od obu skrajów lądowiska do przeszkód — równa co najmniej ich dwudziestokrotnej wysokości.

Aby nie było wątpliwości, rozmiary pola należy zmierzyć krokami, przejrzeć starannie nawierzchnię, a nie przeszkadzające lądowaniu nierówności oznaczyć gałęziami lub płachtami. Twardość nawierzchni ma podstawowe znaczenie dla bezpieczeństwa lądowania samolotu. Nawierzchnia piaszczysta, miękka, podmokła lub błotnista nie nadaje się do lądowania samolotu. Twardość podłoża można sprawdzić wciskając w ziemię piętę. Jeśli po takiej próbie zostają głębokie ślady, należy uznać, że teren nie nadaje się do lądowania samolotu. Warstwa sypkiego piasku o niewielkiej grubości (2 ÷ 3 cm) na twardym podłożu nie jest przeszkodą w lądowaniu.

Oceniając stan nawierzchni należy pamiętać, że pilot samolotu nie ma możliwości dokonania tego z powietrza i dlatego szybownik ponosi odpowiedzialność za następstwa nienormalnego lądowania, spowodowanego złą nawierzchnią. Poprzeczne bruzdy o głębokości powyżej 5 cm na po-

wierzchni 1 m również dyskwalifikują pole. Lądowisko powinno zapewnić możliwość startu pod wiatr lub w przypadku słabego wiatru — ze stokiem, gdy lądowisko jest nachylone. Jeżeli nie ma możliwości wyłożenia znaków lądowania, ustawia się szybowiec skrzydłem pod wiatr w miejscu dolnego ogranicznika, przodem do pasa lądowania. Sposób ten doskonale orientuje pilota samolotu o kierunku i miejscu dokładnego przyziemienia. W razie nachylenia terenu lądowanie samolotu musi się odbyć pod stok. Należy wówczas wyłożyć odpowiednio znak „T" lub ustawić szybowiec.

Oczekując przybycia samolotu trzeba usunąć wszystkie osoby z lądowiska w bezpieczne miejsce i pilnować, aby pole było stale gotowe na przyjęcie samolotu.

Po nadleceniu samolotu, w czasie gdy pilot dokonuje z powietrza przeglądu pola, należy, niezależnie od znaków, pokazać przez skłon uniesionych nad głową rąk, kierunek lądowania, a następnie, po obróceniu się o 90° w stronę pasa lądowania, przez wyciągnięcie rąk przed siebie — miejsce przyziemienia. W razie gdyby w międzyczasie nastąpiła zmiana warunków uniemożliwiająca bezpieczne lądowanie, należy stojąc na pasie lądowania wyraźnym machaniem chustką nad głową podać sygnał zakazu lądowania. Gdy samolot przyleci nad pole z linką holowniczą, należy wyciągnąć ręce przed siebie i obracać się wokół do czasu odczepienia przez pilota linki nad lądowiskiem. Po wylądowaniu samolotu należy podbiec do skrzydła i kierować kołowaniem.

Przed startem zespołu należy ustawić samolot i szybowiec w jednej linii z naprężoną linką oraz poinformować najroztropniejszego z widzów o sposobie wypuszczenia szybowca, zalecając aby podtrzymał skrzydło palcami za brzeg wyciągniętą na całą długość ręką, tak długo, jak będzie mógł nadążyć za skrzydłem. Zalecenie puszczenia skrzydła na znak z kabiny jest o tyle gorsze, że osoba wypuszczająca szybowiec, patrząc na pilota w kabinie, powoduje najczęściej hamowanie przytrzymywanego skrzydła i ściąganie w bok szybowca.

Po zajęciu miejsca w kabinie i starannym przypięciu się pasami należy podniesieniem ręki zgłosić gotowość do startu. Prowadzący powtarza ten sygnał przez podniesienie wolnej ręki do góry i wysunięcie jej w przód. Gdyby prowadzący ściągał szybowiec w swoim kierunku na rozbiegu, można spróbować wyrwać mu skrzydło z ręki energicznym wychyleniem steru kierunku z podtrzymaniem równowagi

poprzecznej lotkami, a w razie braku skutku należy odczepić się. Po oderwaniu się trzeba przytrzymywać szybowiec nisko przy ziemi, co ułatwi oderwanie się samolotu.

Po przejściu na wznoszenie szybowiec powinien lecieć dokładnie w linii lotu samolotu, szczególnie jeżeli przewiduje się niskie przejście nad przeszkodami. Początkujący szybownicy startujący wzdłuż linii przeszkód, np. wzdłuż ściany lasu, mają skłonność do odchylania się od przeszkody. Powoduje to ściąganie samolotu w kierunku na przeszkodę i grozi poważnymi skutkami.

W razie startu ze stokiem za samolotem nie mającym hamulców należy samolot ustawić pod kątem 90° do kierunku startu, a szybowiec w linii startu z zahamowanym kółkiem. Lina musi być podczepiona do obu statków powietrznych. W czasie gdy pilot szybowcowy siedząc w kabinie przytrzymuje szybowiec hamulcem kółka, pilot samolotu podkołowuje zakrętem, przy pomocy obsługi przy obu skrzydłach, przeciwdziałającej staczaniu się samolotu. Obsługa powinna odbiec od skrzydeł w chwili naprężenia się liny. Wówczas pilot samolotu rozpoczyna rozbieg, a pilot szybowca stopniowo zwalnia hamulec kółka, po czym zamyka i zabezpiecza hamulce aerodynamiczne.

Rozdział IX

AKROBACJA PODSTAWOWA

Akrobacja jest ważnym składnikiem wyszkolenia pilota szybowcowego. Loty akrobacyjne doprowadzają do pełnego opanowania szybowca, czynią pilotaż bardziej precyzyjnym, rozwijają spostrzegawczość, orientację przestrzenną i odwagę, uodporniają organizm pilota na przeciążenia i zakłócenia równowagi.

Podstawowymi elementami nauki i doskonalenia akrobacji są:

- rozwinięcie orientacji i wyobraźni przestrzennej,
- opanowanie oceny położenia szybowca na podstawie obserwacji horyzontu,
- osiągnięcie bardzo dobrej koordynacji ruchów sterami i dostosowanie ich wielkości do potrzeb,
- pozbycie się obawy przed położeniami daleko odbiegającymi od spotykanych w normalnym locie.

Lot często określa się jako ruch przestrzenny trójwymiarowy. Choć tak jest w istocie, lot prosty, zakręty, lądowanie czy nawet ześlizg niewiele odbiegają wrażeniami od znanych przykładów ruchu dwuwymiarowego, np. jazdy samochodem. Dopiero loty akrobacyjne dają pilotowi pełne zapoznanie się z ruchem przestrzennym. Podczas akrobacji pilot ma do czynienia z ciągłymi zmianami prędkości, kierunku lotu i z obrotem szybowca wokół wszystkich trzech osi.

Spośród wielu możliwych figur akrobacji szybowcowej, do celów szkoleniowych wyłoniono grupę figur akrobacji podstawowej. Należą do niej: korkociąg, spirala, pętla, przewrót i zwrot. Nie bez znaczenia dla określenia tych figur jako podstawowych jest fakt, że ze względów wytrzymałościowych wyłącznie one mogą być wykonywane na szybowcach treningowo-wyczynowych, na których odbywa się początkowe szkolenie w akrobacji. Wywrót niestero-

wany jest figurą stojącą na pograniczu akrobacji podstawowej i pełnej. Z racji niesymetryczności obciążeń na skrzydłach w pierwszej fazie figury, zalicza się go do akrobacji pełnej. Łatwość wykonania kwalifikuje wywrót niesterowany do akrobacji podstawowej. Ćwiczeniami przygotowującymi pilota do akrobacji są takie elementy pilotażu, jak przeciągnięcie statyczne i dynamiczne oraz głęboki, nieustalony ześlizg.

Przegląd szybowca przed lotami akrobacyjnymi powinien być wyjątkowo staranny. Szybowiec powinien być opróżniony z ruchomych przedmiotów. Należy zwrócić uwagę na stan pokrycia, zamocowanie skrzydeł i statecznika wysokości do kadłuba, sprawdzić, czy nie ma luzów na zawieszeniach i w napędach sterów. Zamek limuzyny powinien działać pewnie. Pożądane jest, aby wskazania przyrządów pokładowych skontrolował specjalista. Pasy bezpieczeństwa nie mogą mieć śladów naderwania. Klamry pasów powinny zapewniać łatwą i trwałą regulację długości.

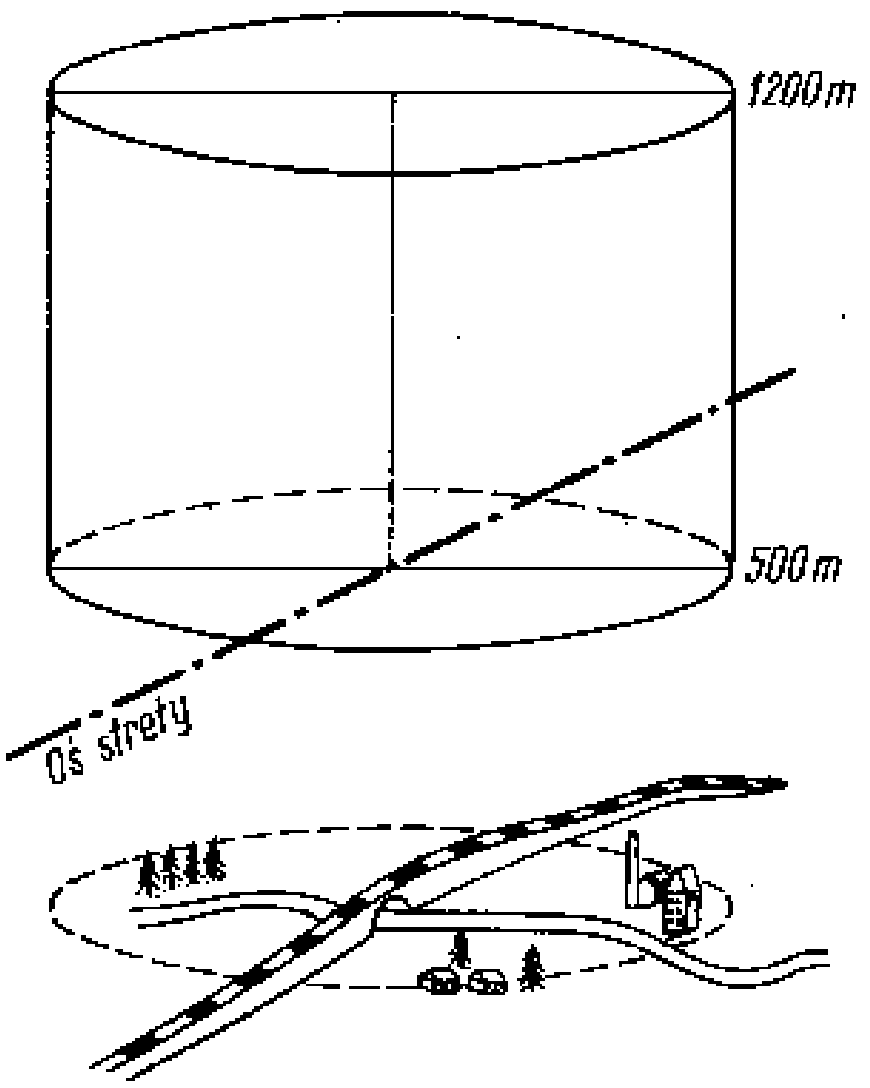
Wykonanie akrobacji ułatwia zespolenie pilota z szybowcem przez staranne dociągnięcie pasów. Pasy brzuszne powinny być zapięte ciasno. Regulacja ich długości powinna nastąpić przed zapięciem. Natomiast pasy plecowe dociąga się dopiero po ich zapięciu i to tylko na tyle, by nie utrudniały oddychania i nie ograniczały pełnych wychyleń steru wysokości.

1. Strefa akrobacji

Względy bezpieczeństwa doprowadziły do wydania przepisów nakazujących wykonywanie akrobacji w tzw. strefach. Są to części przestrzeni powietrznej w kształcie pionowego walca o średnicy od 2 do 4 km, którego podstawa znajduje się na wysokości 500 m nad określonym terenem, a „pokrywa" na wysokości rozpoczynania lotu akrobacyjnego (najczęściej na wysokości 1200 ÷ 1000 m, rys. 112). Z reguły strefy akrobacji, wyznaczone instrukcjami eksploatacji lotniska dla samolotów, są zbyt oddalone od lotniska, aby mogły być wykorzystywane przez szybowce. Dlatego strefy akrobacji dla szybowców wyznacza instruktor w niewielkiej odległości od nawietrznych boków kręgu nadlotniskowego (rys. 113).

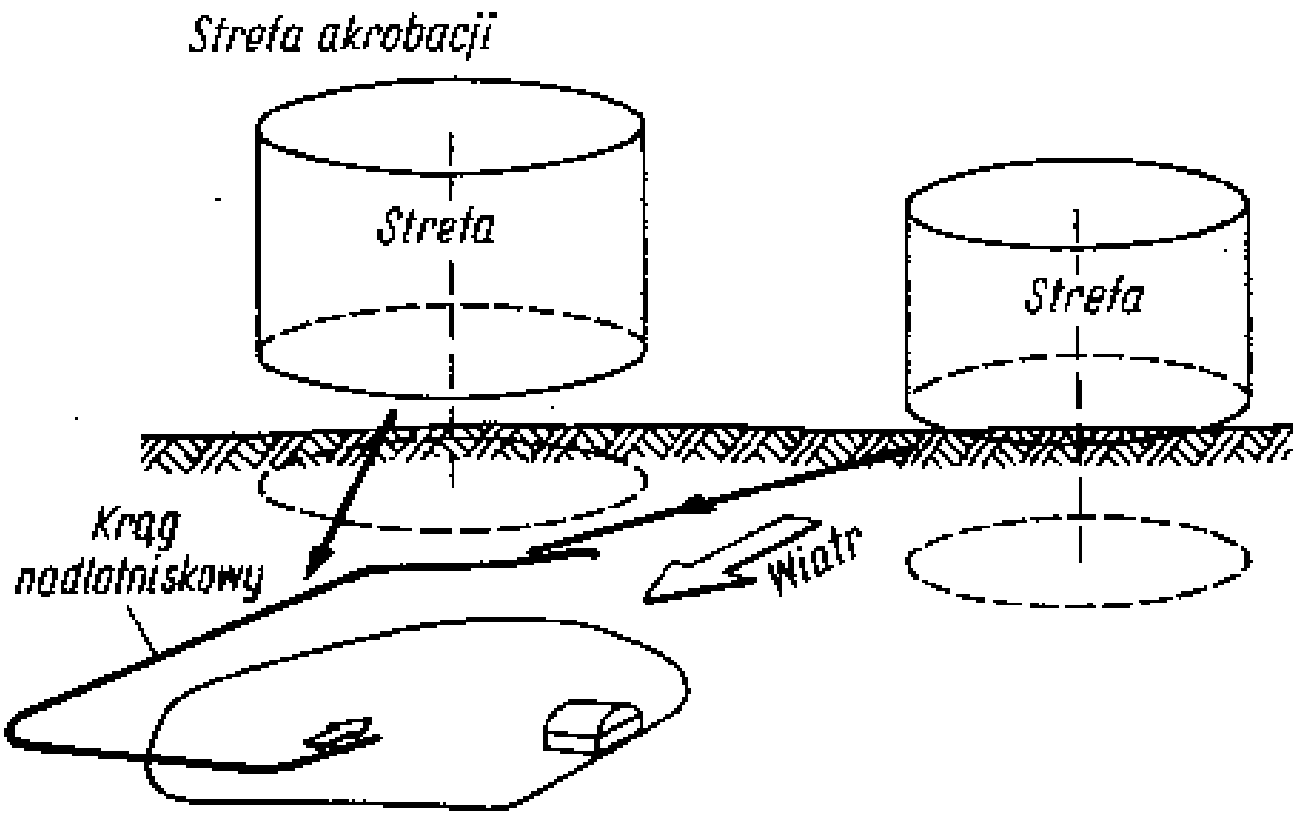
Oś strefy jest to linia najbardziej zbliżona do jej średnicy, wyznaczona charakterystycznymi obiektami terenowymi w łożu wiatru. Wytycza ona kierunki, na których

należy zaczynać i kończyć figury akrobacji. Zachowanie strefy polega na niewychodzeniu w bok poza jej granice, określone rzutem pionowym podstawy na powierzchnię ziemi, oraz na nieprzekraczaniu dopuszczalnej, najniższej



Rys. 112. Strefa akrobacji

wysokości w czasie wykonywania akrobacji. Wymaga to uwzględnienia wpływu wiatru przez stosowanie zasady, że rozpędzanie szybowca powinno się z reguły odbywać pod wiatr, przez nachodzenie ku nawietrznej granicy strefy w razie groźby jej opuszczenia oraz kontrolowanie wskazań wysokościomierza przed i po każdej figurze.

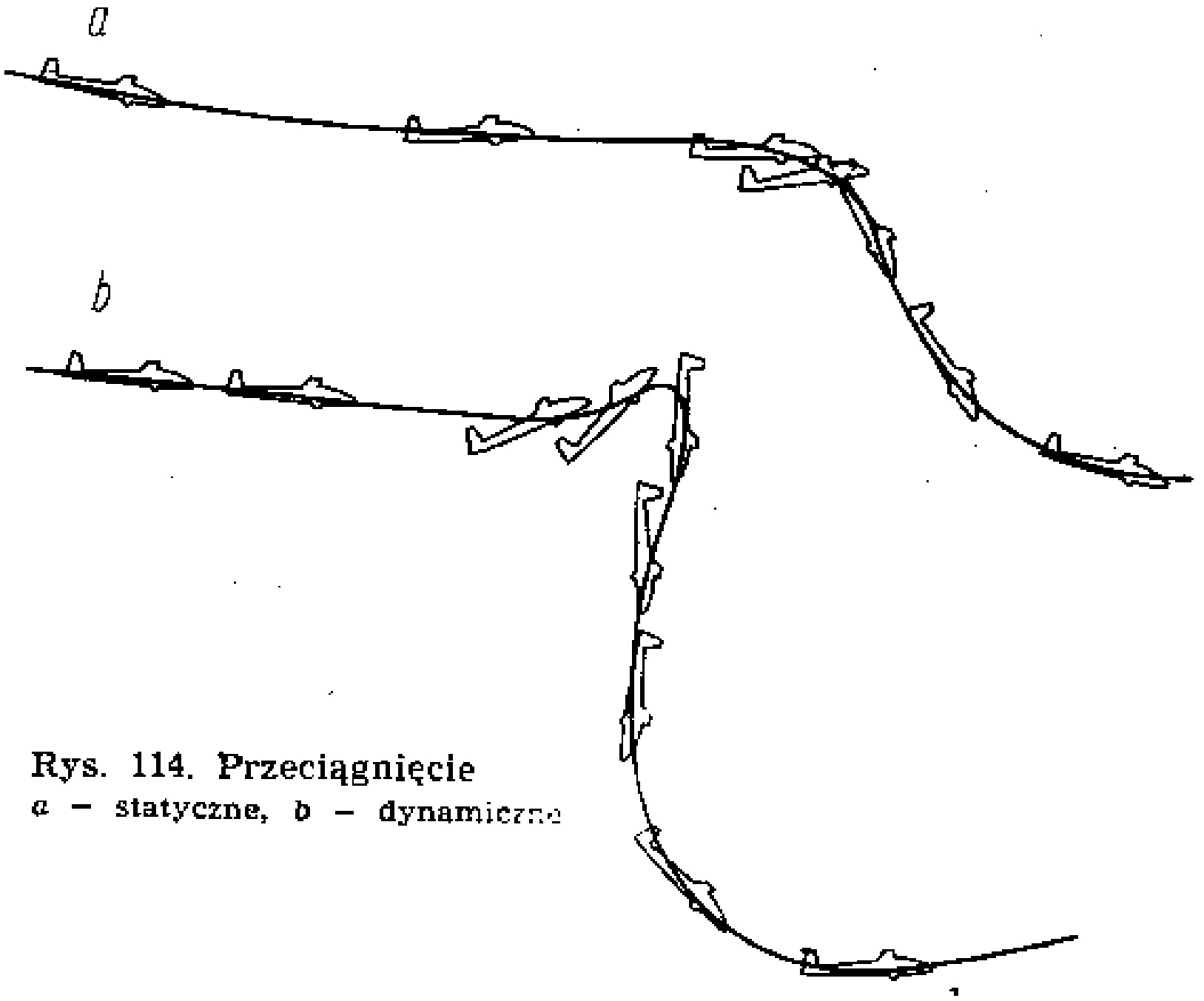


Rys. 113. Usytuowanie stref akrobacji szybowcowej

2. Przeciągnięcie

Przeciągnięcie szybowca, to przekroczenie krytycznego kąta natarcia (rys. 114).

Przeciągnięcie statyczne następuje przy minimalnej prędkości lotu, jako skutek stopniowego jej wytracenia. W celach szkoleniowych przeciągnięcie statyczne wykonuje się przez powolne wytracenie prędkości w takim mniej więcej tempie, jak podczas wytrzymania do lądo-



Rys. 114. Przeciągnięcie
a – statyczne, b – dynamiczne

wania. Szybkie zmniejszenie pochylenia i zadzieranie maski jest sygnałem zbyt energicznego ściągania drążka. Zbliżanie się do krytycznego kąta natarcia szybowce na ogół sygnalizują trzepotaniem, wywołanym częściowym odrywaniem się strug. Jeszcze wcześniej zmniejsza się wyraźnie skuteczność lotek, co powoduje konieczność zwiększenia udziału steru kierunku w utrzymaniu równowagi poprzecznej. Po przekroczeniu krytycznego kąta natarcia szybowiec zwykle pochyla się „na łeb", ze skłonnością do przechylania się (początek autorotacji). Tendencji tej należy przeciwdziałać energicznym wychyleniem steru kierunku. Pochylaniu się szybowca należy przeciwdziałać ściągnięciem drążka. Spowoduje to zwalenie się „na łeb".

Wyprowadzenie z przeciągnięcia odbywa się przez oddanie drążka, powodujące powrót na podkrytyczne kąty na-

tarcia i doprowadzenie szybowca do normalnego pochylenia po nabraniu prędkości.

Przeciągnięcie dynamiczne może wystąpić na każdej, nawet znacznie zwiększonej prędkości lotu w wyniku energicznego ściągnięcia drążka, które staje się przyczyną zmiany położenia szybowca tak szybkiej, że wskutek bezwładności nie może jej towarzyszyć zmiana toru lotu. Powoduje to przekroczenie krytycznego kąta natarcia. Skłonność szybowca do dynamicznego przeciągnięcia jest tym większa, im większe jest obciążenie jednostkowe powierzchni nośnej i im profil jest bardziej skłonny do oderwania strug.

Przeciągnięcie dynamiczne najlepiej wykonywać w celach szkoleniowych ściągając szybkim i pełnym ruchem drążek, przy optymalnej prędkości lotu ślizgowego. Maska szybowca gwałtownie wyskakuje do góry, po czym szybowiec wali się na łeb, z jednoczesną skłonnością do trudno dającego się powstrzymać sterem kierunku obrotu wokół osi podłużnej. Szybowiec wyprowadza się z przeciągnięcia przez oddanie drążka w celu zmniejszenia kąta natarcia (co przerywa skłonność do autorotacji) i wyjście z lotu nurkowego do normalnego pochylenia. Przeciągnięcia należy wykonywać w łożu czołowego wiatru. Uwagę należy dzielić podobnie jak w locie prostym. Przeciwdziałanie tendencjom autorotacyjnym wymaga szybkiej i energicznej pracy sterem kierunku.

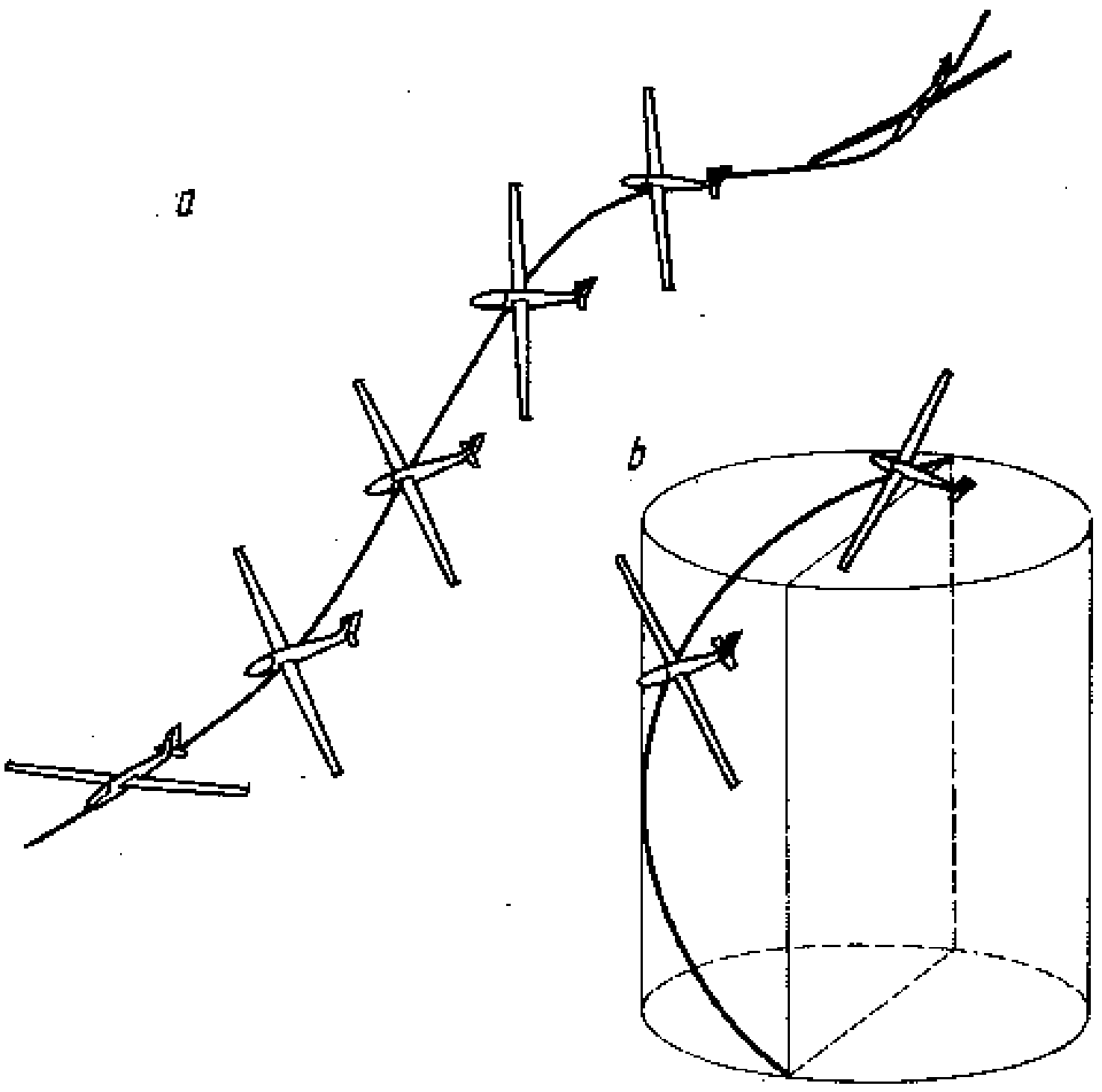
3. Głęboki ześlizg

Ześlizg powinien być elementem lotu znanym pilotowi przystępującemu do nauki akrobacji. Jako przygotowanie do lotów akrobacyjnych wykonuje się ześlizg z przechyleniem większym od granicznego, w formie ześlizgu nieustalonego lub ustalonego z ciągłą zmianą kierunku i stałą prędkością kątową. Jest to tzw. „lejek" (rys. 115). Pierwszy z nich ma na celu przygotowanie pilota do sytuacji, jakie mogą wyniknąć z nieprawidłowego wykonania przewrotu lub zwrotu, drugi służy do szybkiego wytracenia wysokości w razie zablokowania hamulców aerodynamicznych. Osiągnięcie przechylenia granicznego wskazywane jest przez pełne wychylenie steru kierunku w ześlizgu. Przeciwdziałanie zmianie kierunku przy dalszym zwiększaniu przechylenia jest już niemożliwe bez zwiększenia prędkości.

Technika wykonania ześlizgu nieustalonego jest następująca:

– wprowadzenie następuje przy prędkości optymalnej przez odchylenie maski łagodnym zakrętem w stronę przeciwną do zamierzonego ślizgu, o kąt co najmniej 45°,
– przechylenie szybowca o ok. 45° zgodnie skoordynowanym ruchem lotki i steru kierunku,
– pełne wychylenie steru kierunku w stronę przeciwną do przechylenia.

Szybowiec rozpoczyna silny ześlizg, stopniowo zakręcając w stronę przechylenia. Można temu przeciwdziałać nie-



Rys. 115. Ześlizg z przechyleniem większym od granicznego
a – ześlizg nieustalony, b – lejek (pół zwitki)

wielkim oddaniem drążka, co powoduje opuszczanie maski ze skłonnością do wzrostu prędkości. Gdy maska znajdzie się o 20° przed zamierzonym kierunkiem wyprowadzenia, należy wyprowadzić szybowiec z ześlizgu „podnosząc" przechylenie lotką i zwiększając nieco pochylenie. Ster kierunku należy wycofać dopiero z chwilą wyjścia szybowca na właściwy kierunek. Gdyby maska szybowca nie chciała wracać na kierunek, można jej pomóc niewielkim, stopniowym zmniejszeniem wychylenia steru kierunku.

Ześlizg można przerwać w każdej fazie przez „podniesienie szybowca lotką i pochylenie do położenia bardziej stromego niż w locie prostym. Ostrzega się przed stosowaniem takiego ześlizgu jako sposobu wytracania nadmiaru wysokości przed lądowaniem, ponieważ wyprowadzenie wiąże się z dużą i szybką stratą wysokości, a spotykana nad ziemią turbulencja może tę stratę zwiększyć.

Należy przyjąć zasadę kończenia ześlizgu podczas nauki na wysokości nie mniejszej niż 300 m. Podczas wykonywania ześlizgu należy uwagę dzielić między ocenę przechylenia, kontrolę stopnia zmiany kierunku, ocenę prędkości pionowej według wariometru, prawidłowe określenie momentu wyprowadzenia i uniknięcie przepadnięcia szybowca przy wyprowadzeniu, przez odpowiednie pochylenie szybowca.

Wprowadzenie do „lejka" następuje przez przechylenie szybowca ponad 45°, całkowite wychylenie steru kierunku w przeciwną stronę i podciągnięcie maski nad horyzont. Szybowiec wykonuje silny ześlizg w zakręcie, z jednoczesną szybką stratą wysokości. Szybowiec wyprowadza się jak z głębokiego ześlizgu, z koniecznością zachowania wyprzedzenia równego przechyleniu (dla wyprowadzenia na zamierzony kierunek) i z wyraźnym oddaniem drążka, gwarantującym powrót szybowca do normalnego pochylenia. Uwagę należy dzielić pomiędzy:

— zachowanie stałego przechylenia, równej prędkości kątowej i uniesienia maski nad horyzont,
— ocenę kierunku i orientację w terenie,
— kontrolę opadania i wysokości lotu.

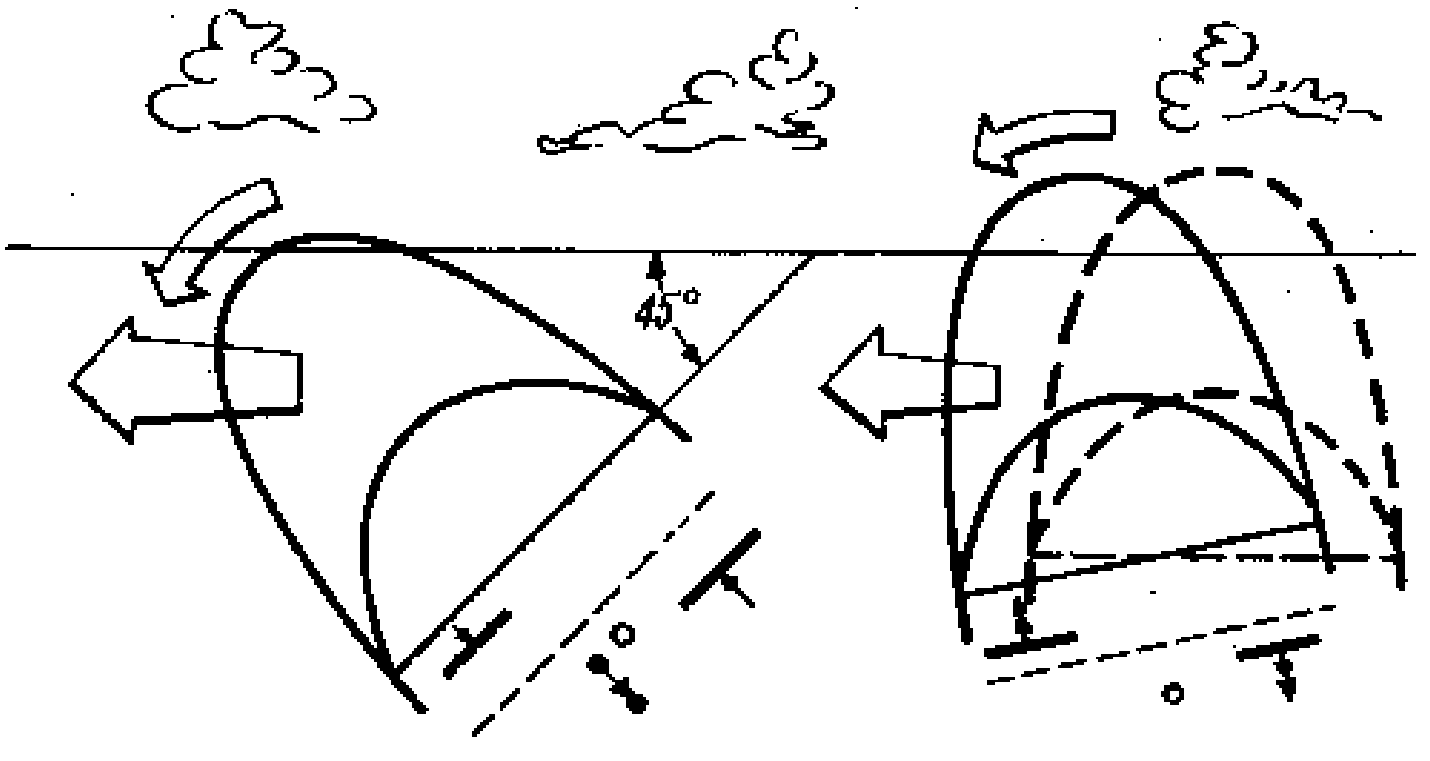
Wysokość zakończenia lejka zaleca się nie mniejszą niż 300 m.

4. Spirala

W szybownictwie spiralą nazywa się wykonanie w locie ślizgowym głębokich okrążeń z przechyleniem przekraczającym 45°. Spiralę, jako figurę akrobacji, wykonuje się z przechyleniem 60° lub większym. Warunki wykonania figury są następujące: prędkość równa $1{,}2 \div 1{,}3\ V_{opt}$, przechylenie — 60°, kulka chyłomierza poprzecznego w położeniu środkowym. Wprowadzenie rozpoczyna się na wymaganej dla spirali prędkości i w ustalonym pochyleniu skoordynowanym ruchem lotki (stałe wychylenie) i steru kierunku (rosnące wychylenie, rys. 116). Przy takim użyciu sterów przechylenie rośnie powoli, pozwalając na właściwe

dobranie prędkości kątowej i przeciwdziałanie tendencji do pochylania się szybowca, występujące bardzo wyraźnie po przekroczeniu przechylenia 45°.

W chwili osiągnięcia przechylenia 60° trzeba je ustalić (rys. 117) wychyleniem lotki w przeciwną stronę, a jednocześnie znacznie zmniejszyć wychylenie steru kierunku

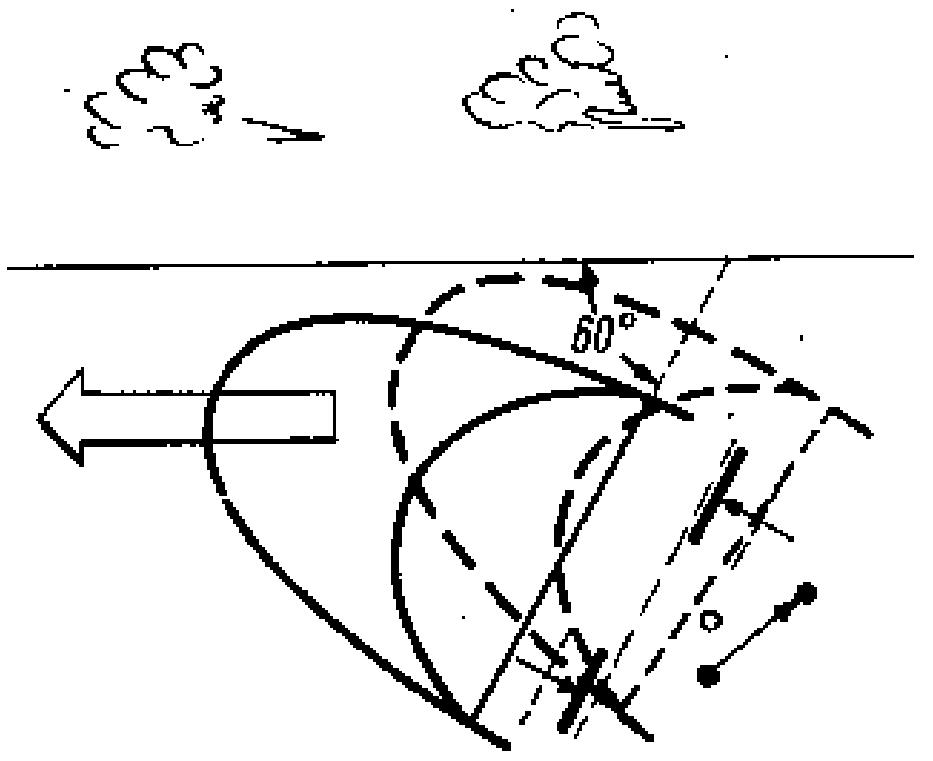


Rys. 116. Wprowadzenie do spirali

i silniej ściągnąć drążek. Ruchy steru wysokości powodują, oprócz ruchów pionowych maski, widoczne zmiany prędkości kątowej. Ruchy sterem kierunku wyraźnie zmieniają odległość maski od horyzontu, w mniejszym stopniu wpływając na prędkość kątową. Zjawisko to niesłusznie nazywane jest zamianą steru kierunku w ster wysokości i odwrotnie, ponieważ działanie sterów w stosunku do osi szybowca pozostaje bez zmian, a wywołuje tylko inne reakcie maski w stosunku do horyzontu, co spowodowane jest głębokim przechyleniem.

Z uwagi na znaczną prędkość kątową, orientacja co do kierunku wymaga częstego kierowania wzroku z wyprzedzeniem szybko przesuwającej się po horyzoncie maski o ok. 60°. Stałe wyprzedzanie wzrokiem maski o tak duży kąt uniemożliwiłoby dostrzeganie zmian przechylenia, odległości maski od horyzontu i kontrolę przyrządów pokładowych (prędkościomierz, kulka), które pozostawałyby poza polem widzenia. Z racji opisanej wyżej reakcji szybowca na stery, przeciwdziałamy wzrostowi prędkości kątowej odpuszczeniem drążka i „górną nogą" (wychylenie steru kierunku przeciwne do przechylenia), a zmniejszaniu się prędkości kątowej — przyciąganiem drążka i „dolną nogą" (rys. 118). Jeżeli maska wychodzi do góry, wychylamy

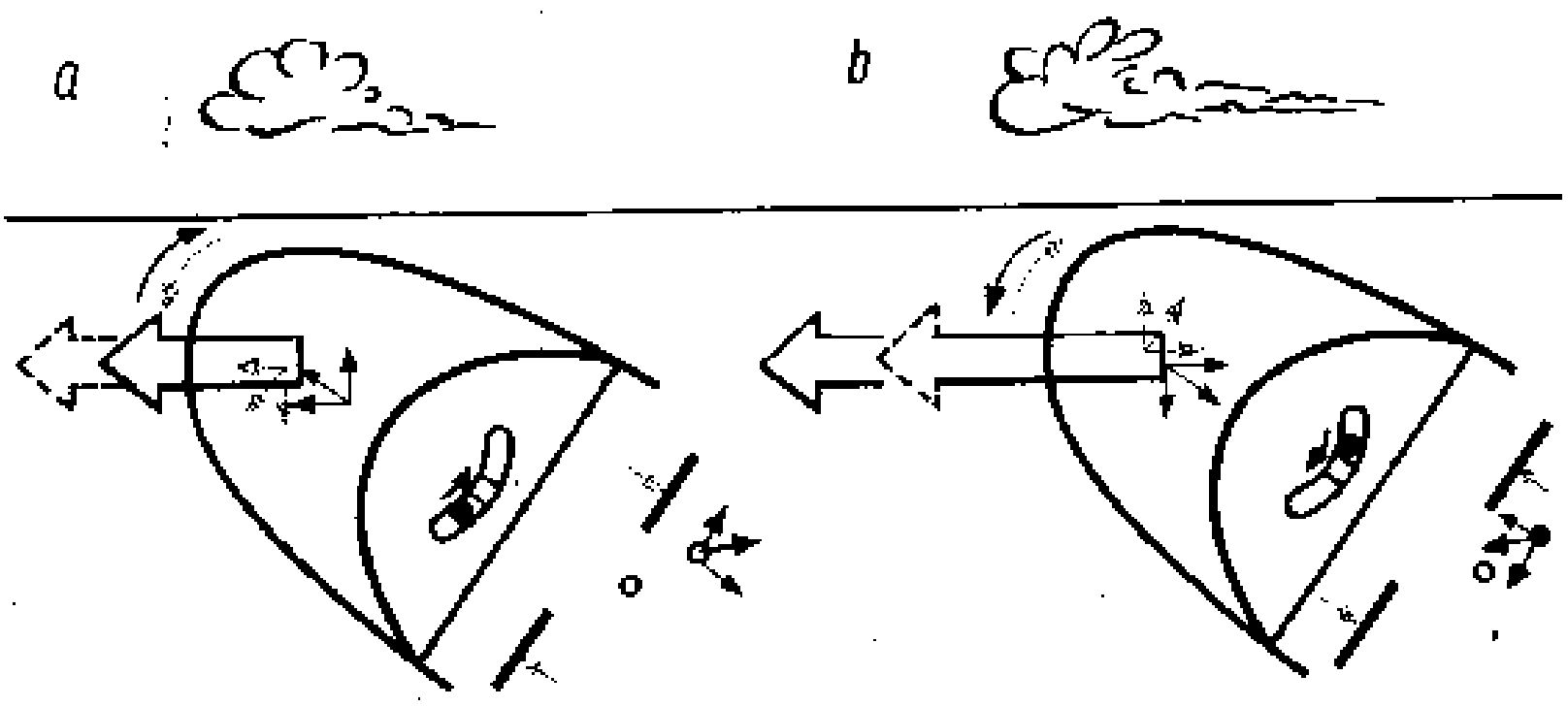
„dolną nogę" i odpuszczamy drążek, gdy schodzi w dół — wychylamy „górną nogę" i ściągamy drążek (rys. 119). Regulując prędkość kątową tak dobieramy proporcje wychyleń sterów, aby zachować właściwą odległość maski od horyzontu, a przy regulowaniu odległości maski — właściwą prędkość kątową.



Rys. 117. Ustalenie spirali

Wyprowadzenie należy rozpocząć z wyprzedzeniem kierunku o 60°, skoordynowanym wychyleniem lotki (stałe) i rosnącym, w miarę zmniejszania przechylenia, wychyleniem steru kierunku. Przez wyraźne oddanie drążka przeciwdziała się tendencji do unoszenia maski w górę, występującej bardzo silnie z chwilą zmniejszenia przechylenia poniżej 45°.

Najczęściej spotykane błędy polegają na niezachowaniu koordynacji lotki i steru kierunku, powodując ześlizg przy

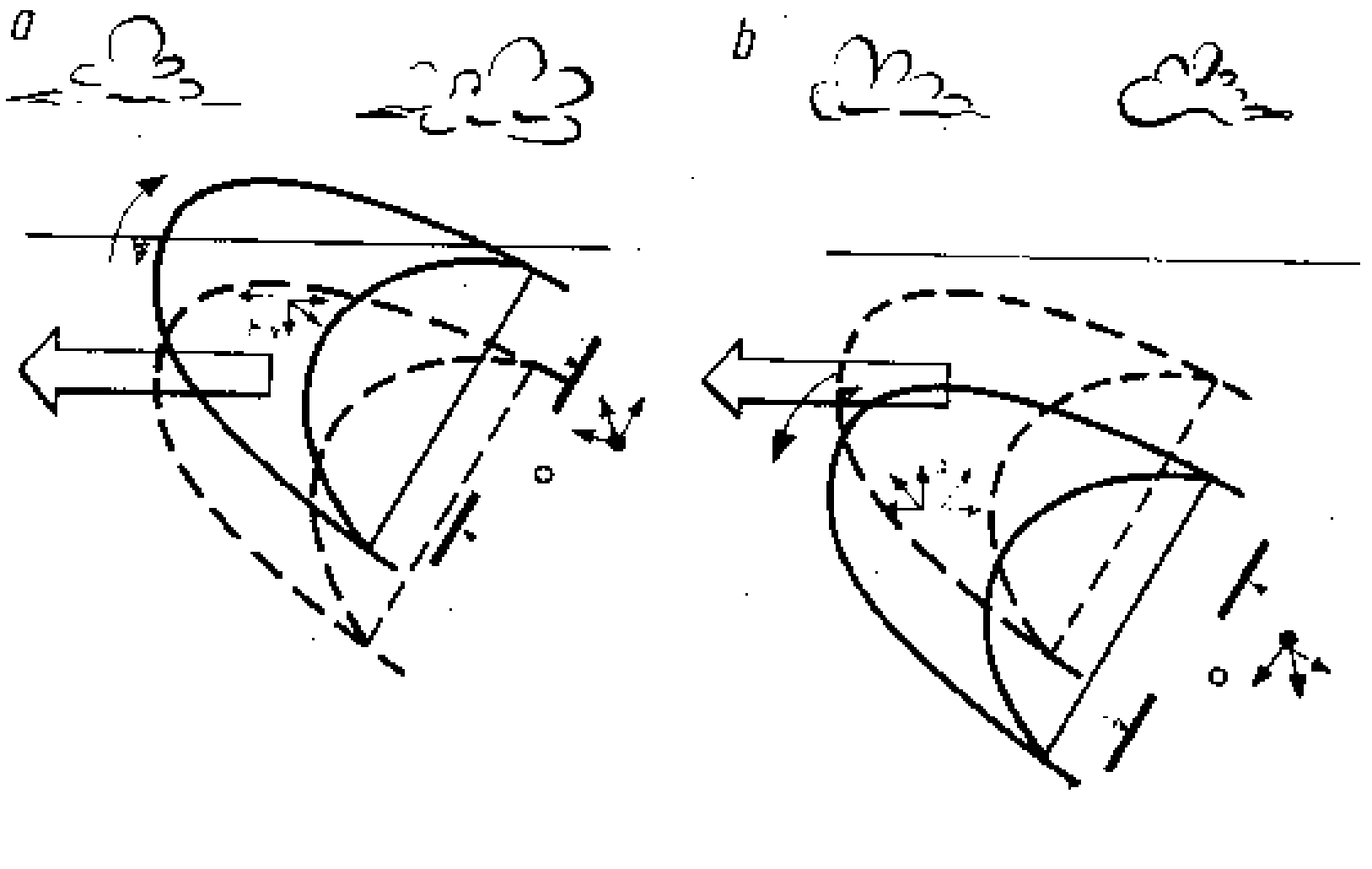


Rys. 118. Reakcja pilota na niewłaściwą prędkość kątową w spirali

a — na prędkość za małą, *b* — na prędkość za dużą

wprowadzaniu i wyślizg przy wyprowadzaniu ze spirali. Przedwczesne ściągnięcie drążka powoduje zmniejszenie prędkości i ześlizg podczas spirali, podobnie jak wprowadzenie na zbyt małej prędkości. Zbyt późne podtrzymanie sterem wysokości może doprowadzić do wzrostu prędkości i spirali na łeb.

Nadmierne ściąganie drążka w spirali ustalonej powoduje początkowo wzrost przeciążeń, a następnie, podobnie jak



Rys. 119. Reakcja pilota na pionowe ruchy maski w spirali
a — na „wyjście do góry", b — na „zejście w dół"

opisane wyżej błędy spowodowane za małą prędkością przy wprowadzaniu, może doprowadzić do korkociągu. Częstym błędem jest utrata prędkości przy wyprowadzaniu, spowodowana nieprzytrzymaniem skłonności maski do zadzierania.

5. Korkociąg

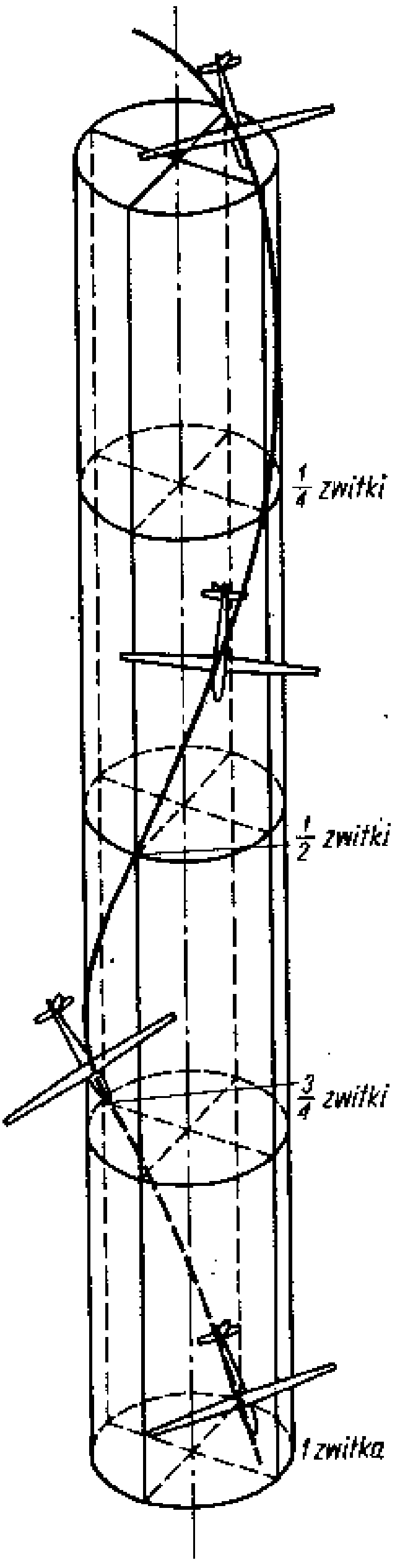
Z punktu widzenia mechaniki lotu korkociąg jest stanem lotu wywołanym zakłóceniem równowagi poprzecznej w warunkach poprzecznej niestateczności statycznej, występującej podczas lotu na nadkrytycznych kątach natarcia. Zasady pilotażu traktują korkociąg mimowolny jako sytuację niebezpieczną, natomiast korkociąg wykonywany świadomie, rozpoczynany i kończony na ustalonym kierunku i po wykonaniu określonej z góry liczbie zwitek — jako figurę akrobacji.

W korkociągu środek ciężkości szybowca porusza się po tromym torze spiralnym (rys. 120), leżącym na pobocznicy ardzo wydłużonego walca, którego oś jest osią korkociągu. Szybowiec jest zwrócony grzbietem do osi korkociągu wykonuje złożony obrót wokół wszystkich swoich trzech osi. Zależnie od kąta pochylenia rozróżnia się korkociąg stromy (pochylenie $50 \div 70°$) i płaski (pochylenie $0 \div 50°$). Podczas korkociągu tromego pilot dostrzega przede wszystkim obrót wokół osi podłużnej, widziany z kabiny jako wirowanie ziemi przed maską szybowca, a w korkociągu płaskim — obrót wokół osi pionowej, widziany jako wirowanie horyzontu nad maską szybowca. Jako figurę akrobacji stosuje się tylko korkociąg stromy. Korkociąg płaski jest zawsze sytuacją niebezpieczną.

Wprowadzenie do korkociągu stromego można wykonać:

- statycznie — przez pełne wychylenie steru kierunku w stronę zamierzonego korkociągu (przy minimalnej prędkości lotu) i całkowite ściągnięcie drążka, gdy maska zaczyna schodzić w dół,
- dynamicznie — przez jednoczesne pełne wychylenie steru kierunku w stronę zamierzonego korkociągu (przy dowolnej prędkości) i ściągnięcie drążka do oporu.

U w a g a. Ponieważ dynamiczne wprowadzenie w korkociąg wiąże się ze znacznym obciążeniem konstrukcji szybowca, dozwolone jest ono przy prędkości przekraczającej 1,2 V_{opt} tylko na szybowcach dopuszczonych do wykonywania beczek niesterowanych.



Rys. 120. Korkociąg

Korkociąg ustalony osiąga się przez utrzymywanie całkowicie ściągniętego drążka i do oporu wychylonego steru kierunku. Niezbędne wychylenie lotek w korkociągu, zależne od typu szybowca i ciężaru załogi, określone jest w instrukcji eksploatacji szybowca. Dla niektórych typów szybowców mogą być wymagane niepełne wychylenia steru kierunku i niecałkowite ściągnięcie drążka.

Podczas korkociągu ustalonego należy obserwować ziemię, kierując wzrok od osi szybowca, pod kątem $30 \div 45°$, i wyprzedzać wzrokiem obrót o kąt spodziewanego opóźnienia. Umożliwia to liczenie zwitek korkociągu. Po każdej zwitce trzeba kontrolować wskazania prędkościomierza. W korkociągu utrzymuje się najczęściej prędkość równą $1{,}5\ V_{min}$. Istnieją jednak znaczne odchylenia od tej zasady, zależne od typu szybowca, egzemplarza i obciążenia jednostkowego. Ponieważ zdecydowana większość szybowców wykonuje korkociąg z wyślizgiem, wobec tego przy dajniku prędkościomierza umieszczonym na dziobie szybowca brak jest wskazań prędkościomierza lub są one znacznie mniejsze od prędkości rzeczywistej. Czas trwania jednej zwitki wynosi $2 \div 4$ sek, opadanie może przekroczyć 15 m/sek, a strata wysokości w jednej zwitce wynosi najczęściej $40 \div 80$ m i jest zawsze większa w pierwszej zwitce. Opóźnienie podczas wyprowadzania wynosi od kilkunastu do kilkudziesięciu stopni, zależnie od typu szybowca, wyważenia, liczby wykonanych zwitek, tempa i zachowania kolejności ruchów sterami.

Wyprowadzenie należy rozpocząć z wyprzedzeniem równym spodziewanemu opóźnieniu, wychylając ster kierunku do oporu w stronę przeciwną do obrotu, a ster wysokości w okolicę położenia neutralnego. W chwili przerwania samoobrotu należy wycofać ster kierunku do położenia neutralnego i przez łagodne ściąganie drążka wyprowadzić szybowiec z nurkowania do lotu ślizgowego. Instrukcja eksploatacji może przewidywać dla danego typu szybowca odmienną technikę wyprowadzenia. W szczególności wskazówki instrukcji mogą dotyczyć położenia lotek oraz położenia steru wysokości przy wyprowadzaniu.

Po zdobyciu odpowiedniego doświadczenia można usuwać drobne niedokładności w wyprowadzaniu na kierunek obrotem szybowca wokół osi podłużnej (sterem kierunku natychmiast po przerwaniu autorotacji i lotkami podczas nurkowania). Mniej eleganckie jest „odkręcanie" korkociągu niż „dokręcanie".

Trenując loty akrobacyjne można dojść do wprawy w określaniu opóźnienia danego egzemplarza szybowca przy najbardziej odpowiadającym pilotowi tempie ruchu sterami. W tym celu należy rozpocząć wyprowadzanie z korkociągu dokładnie na kierunku wskazywanym przez liniowy obiekt terenowy, nad którym wykonuje się korkociąg (droga, tor kolejowy). Różnica między kierunkiem tego obiektu a kierunkiem lotu po wyprowadzeniu jest równa kątowi opóźnienia.

Zbyt późne wychylenie steru kierunku przy wprowadzaniu statycznym do korkociągu powoduje walenie się szybowca na łeb, nierzadko w stronę przeciwną do wychylenia steru. Często spotykane za wczesne ściągnięcie drążka powoduje wyskoczenie maski nad horyzont, psując wygląd figury. „Odpuszczenie" drążka w korkociągu ustalonym lub jego niedociągnięcie najczęściej powoduje przejście szybowca w spiralę na łeb, połączone z gwałtownym wzrostem prędkości i przeciążenia. Niewłaściwe kierowanie wzroku jest przyczyną utraty kontroli nad liczbą wykonanych zwitek i błędnego wyboru momentu wyprowadzania.

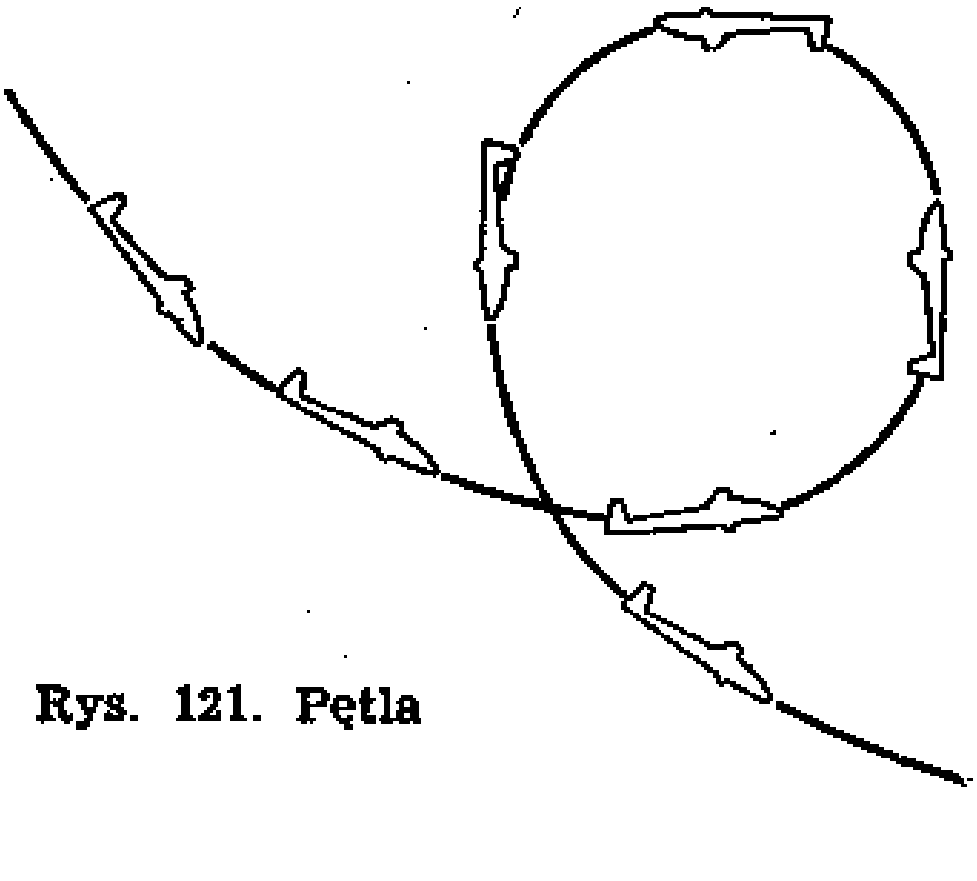
Zwiększenie opóźnienia przy wyprowadzaniu może nastąpić wskutek niedostatecznego wychylenia steru kierunku lub nieużycia tego steru z powodu dużej siły działającej na pedał zewnętrzny. W lotach dwusterowych piloci sądzą często mylnie, że siła ta jest wywołana ingerencją instruktora w sterowanie. Tymczasem jest ona wynikiem skośnego opływu steru kierunku. Nadmierne oddanie drążka prowadzi do bardzo stromego nurkowania, dużego rozpędzania szybowca i dodatkowej straty wysokości. Skutki niewłaściwego użycia lotek w korkociągu określają instrukcje użytkowania szybowca.

6. Pętla

W pętli szybowiec porusza się po torze zbliżonym do koła opisanego w płaszczyźnie pionowej (rys. 121), wykonując pełny obrót wokół osi poprzecznej. W pętli normalnej (odwrócona należy do pełnej akrobacji) szybowiec jest zwrócony grzbietem ku jej wnętrzu. W drugiej i trzeciej ćwiartce pętli szybowiec znajduje się w położeniu odwróconym w stosunku do ziemi. Nie jest to jednak wycinek lotu odwróconego, ponieważ na szybowiec działa dodatnia siła nośna. Strata wysokości na wykonanie pojedynczej pętli wynosi najczęściej ok. 50 m.

Przed wprowadzeniem do pętli należy szybowiec rozpędzić do prędkości równej $1{,}8 \div 2{,}0\ V_{opt}$. Pochylenie w trakcie rozpędzania powinno być na tyle strome, aby wskazówka prędkościomierza posuwała się zdecydowanym, dobrze widocznym ruchem (jest to kąt wynoszący ok. $30 \div 50^{\circ}$). Przed osiągnięciem właściwej prędkości należy zmniejszyć pochylenie i w chwili uzyskania $1{,}9 \div 2{,}0\ V_{opt}$, przez łagodne ściąganie drążka, szybko unosić maskę do góry.

W momencie przechodzenia maski przez horyzont trzeba sprawdzić i poprawić skoordynowanym ruchem lotki i steru kierunku równowagę poprzeczną. W miarę uno-



Rys. 121. Pętla

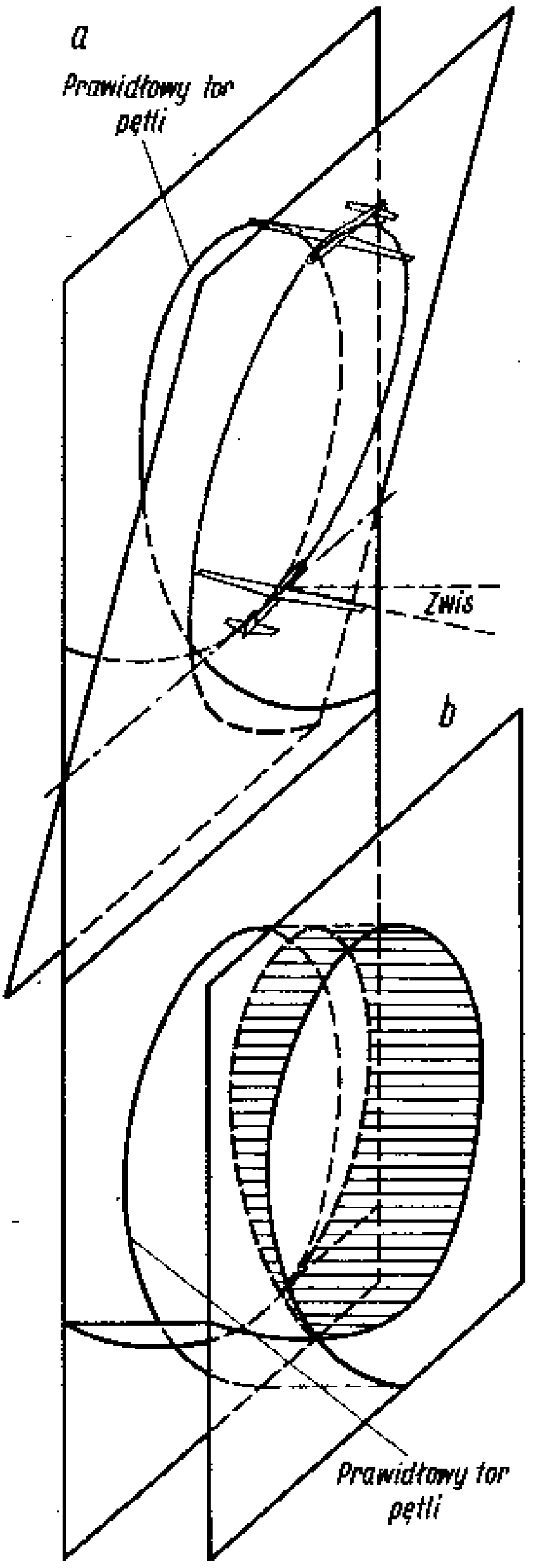
szenia się maski nad horyzont należy przyśpieszyć ściąganie drążka, a z chwilą przejścia w położenie odwrócone odchylić głowę do tyłu, aby jak najwcześniej dostrzec horyzont, co pozwoli usunąć lotką i sterem kierunku ewentualny zwis. Po przejściu położenia szczytowego pętli należy nieco „odpuścić" drążek, aby ze wzrostem prędkości szybowiec nie zacieśnił toru. Wyprowadzenie z pętli powinno odbywać się w takim tempie, aby jej zakończenie nastąpiło na prędkości wprowadzenia.

Zwis w pętli powoduje odchylenie płaszczyzny pętli od pionu (rys. 122), a wychylenie steru kierunku — wykonanie pętli po torze spiralnym, spostrzegane w trzeciej i czwartej ćwiartce jako boczny ruch maski. Gwałtowne ściąganie drążka w pierwszej ćwiartce powoduje nadmierny wzrost przeciążeń i przedwczesną utratę prędkości, grożącą zawiśnięciem w pionie lub w pozycji odwróconej. Podobny skutek wywołuje również zbyt powolne ściąganie drążka. Błędy te przyczyniają się do utraty kierunku i zwisów.

W razie zawiśnięcia w położeniu odwróconym lub pionowym należy ściągnąć drążek. Spowoduje to przepadnięcie i przejście w nurkowanie lub korkociąg. Oddawanie drążka w momencie zawiśnięcia wywołałoby ślizg na ogon, związany z dużą stratą wysokości (gdy nastąpiło w pionie) lub pozostanie w stromym locie odwróconym (gdy nastąpiło „na plecach").

7. Przewrót („przewrót przez skrzydło")

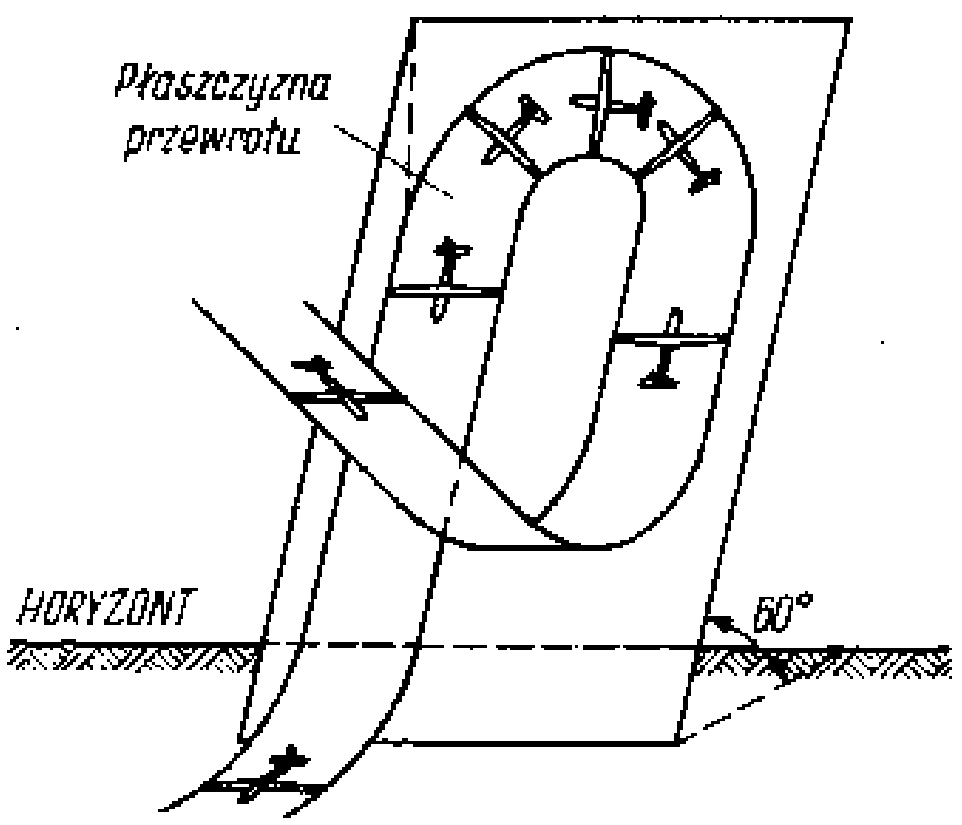
Na przewrót składają się: przejście do wznoszenia pod kątem 70 ÷ ÷ 90°, płaski obrót szybowca wokół osi pionowej o 180° i nurkowanie pod kątem 70 ÷ 90° na kierunku przeciwnym do wprowadzenia. Przewrót powinien być wykonany w jednej płaszczyźnie wyznaczonej przez tor wznoszenia i oś poprzeczną wznoszącego się szybowca (rys. 123). Obrót bez przechylenia w stosunku do płaszczyzny przewrotu jest łatwo osiągalny przy pionowej płaszczyźnie przewrotu. Przy mniejszym kącie nachylenia płaszczyzny obrót wykonuje się w zasadzie z przechyleniem równym różnicy między kątem nachylenia płaszczyzny a pionem (rys. 124). Pozwala to na uniknięcie



Rys. 122. Zniekształcenie pętli wywołane:
a — prawym zwisem, *b* — niewielkim wychyleniem steru kierunkowego w prawo

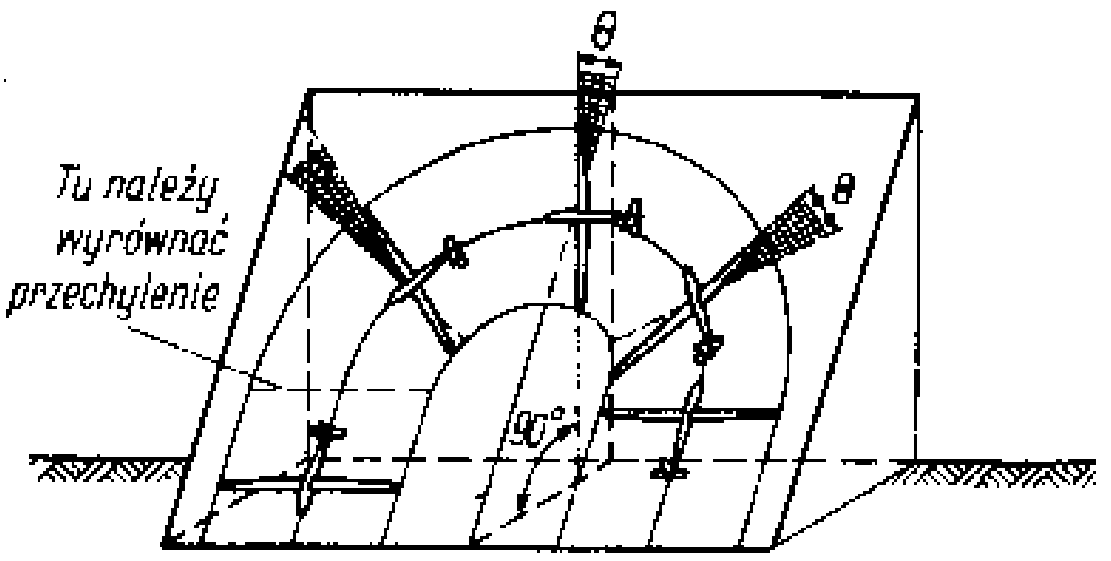
nadmiernego wyślizgu, następstwem którego jest zwykle utrata prędkości i mimowolny korkociąg.

Prędkość wprowadzenia równą $1{,}8 \div 2{,}0\ V_{opt}$ osiąga się podobnie jak przed rozpoczęciem pętli. Również wprowa-



Rys. 123. Przewrót

dzenie do przewrotu odbywa się przez wykonanie pełnej lub niepełnej pierwszej ćwiartki pętli. Przejście do wznoszenia następuje przez przytrzymanie szybowca na żądanym kącie wznoszenia niewielkim oddaniem drążka. Kąt



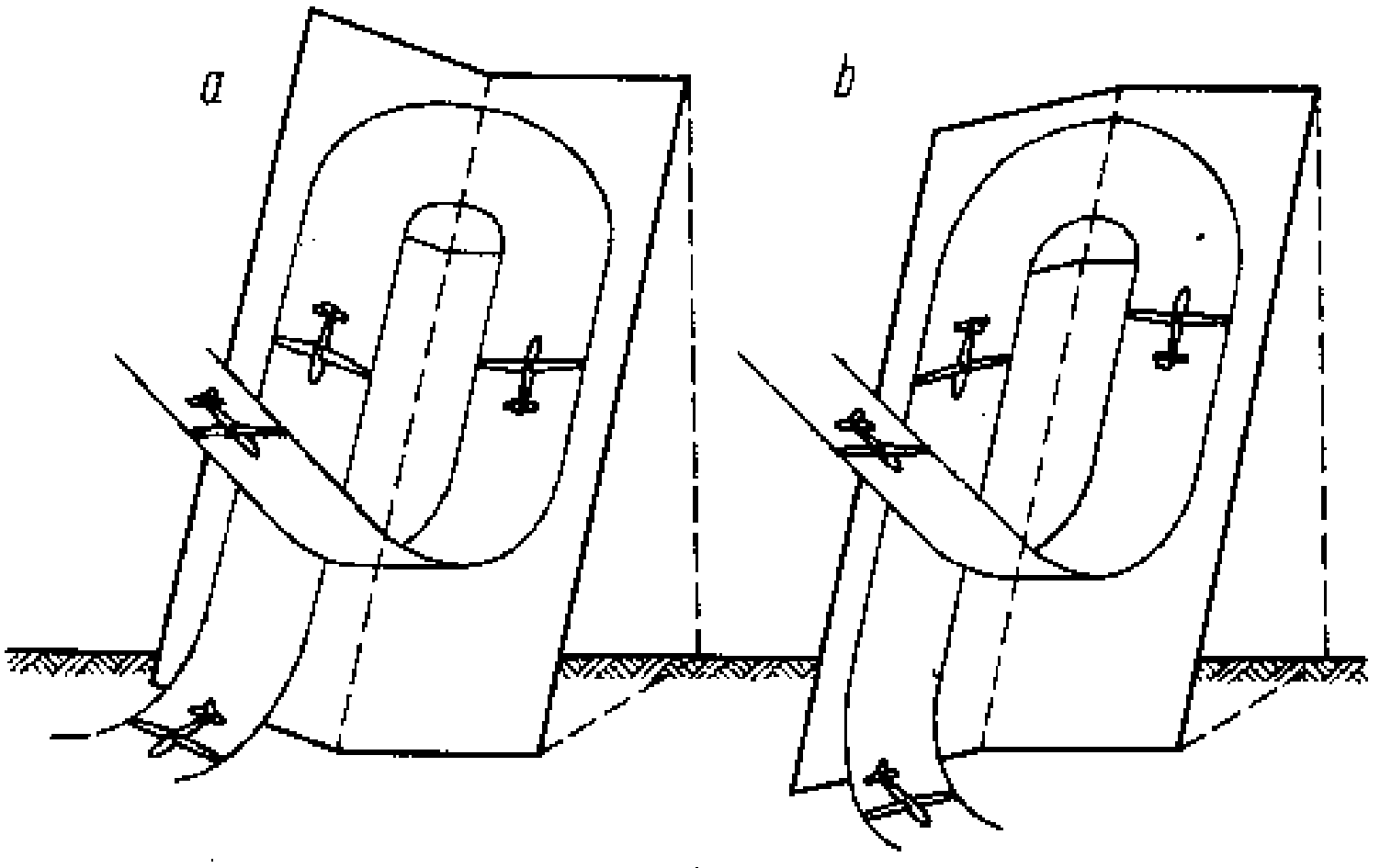
Rys. 124. Przewrót z przechyleniem w stosunku do płaszczyzny

wznoszenia ocenia się według kąta utworzonego między końcówką skrzydła a horyzontem, patrząc od wewnętrznej strony przewrotu. Niedoświadczeni piloci powinni rozpoczynać obrót praktycznie zaraz po ustaleniu kąta wznoszenia. Opanowanie techniki przewrotu pozwala na opóźnianie momentu rozpoczęcia obrotu i ocenianie go według

wskazań prędkościomierza. Prędkość rozpoczęcia obrotu zależy od typu szybowca, kąta wznoszenia oraz opóźnień prędkościomierza i waha się w granicach $1{,}3 \div 1{,}6\ V_{opt}$.

Obrót rozpoczyna się wyłącznie sterem kierunku (zwiększając stopniowo jego wychylenie aż do całkowitego), jeżeli kąt wznoszenia wynosi 90°, lub z jednoczesnym przechyleniem szybowca w stosunku do płaszczyzny obrotu o odpowiedni kąt — przy mniej stromym wznoszeniu. Z chwilą rozpoczynania obrotu wzrok kierujemy na punkt wskazywany przez skrzydło wewnętrzne na horyzoncie. Po rozpoczęciu obrotu należy wychyleniem lotki w przeciwną stronę powstrzymać tendencję do przechylania się szybowca w stronę obrotu.

Moment kierunkowy lotek współdziała ze sterem kierunku. W miarę zbliżania się przodu szybowca do linii horyzontu należy śledzić według obranego punktu, czy szybowiec nie obraca się wokół osi poprzecznej. Oddalanie się maski od punktu wzdłuż horyzontu eliminuje się ściąganiem drążka, zbliżanie się do punktu — oddawaniem. Po przejściu maski przez horyzont należy zmniejszać wychylenie steru kierunku i przed zakończeniem obrotu o 180° —



Rys. 125. Zniekształcenia płaszczyzny przewrotu spowodowane: a — oddaniem drążka, b — ściągnięciem drążka sterowego w szczytowym punkcie figury

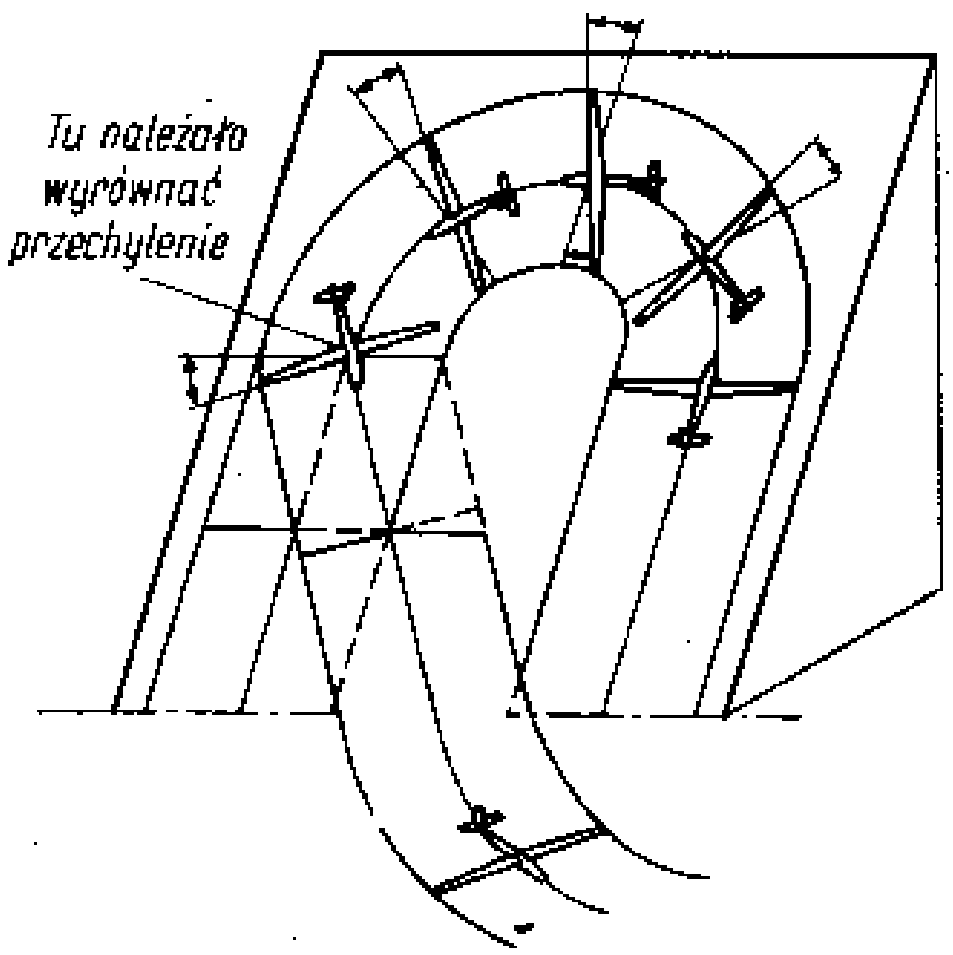
wyeliminować lotką przechylenie w stosunku do płaszczyzny obrotu (jeżeli obrót był wykonywany z przechyleniem).

W końcowej fazie obrotu należy eliminować oddawaniem drążka tendencje maski do unoszenia się w górę, tak aby zachować pochylenie szybowca równe kątowi

wznoszenia. Nurkowanie należy kontynuować aż do osiągnięcia 1,8 V_{opt}.

Najczęściej spotykanymi odkształceniami figury są:

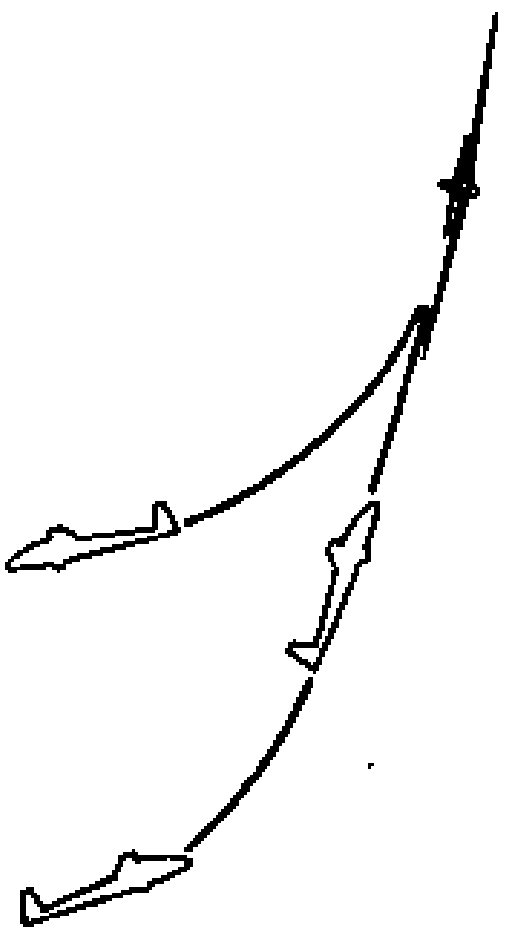
- obrót z za dużym przechyleniem,
- niezachowanie płaszczyzny obrotu (rys. 125),
- niewyeliminowanie przechylenia z chwilą zakończenia obrotu, powodujące wyprowadzenie szybowca nierównolegle do kierunku lotu przed przewrotem (rys. 126),



Rys. 126. Zniekształcenie przewrotu wywołane niewyrównaniem przechylenia po zakończeniu obrotu

- przejście do lotu ślizgowego bezpośrednio po zakończeniu obrotu (rys. 127).

Wymienione zostały tylko najczęściej spotykane odkształcenia figury, gdyż przewrót stwarza możliwości wielu róż-

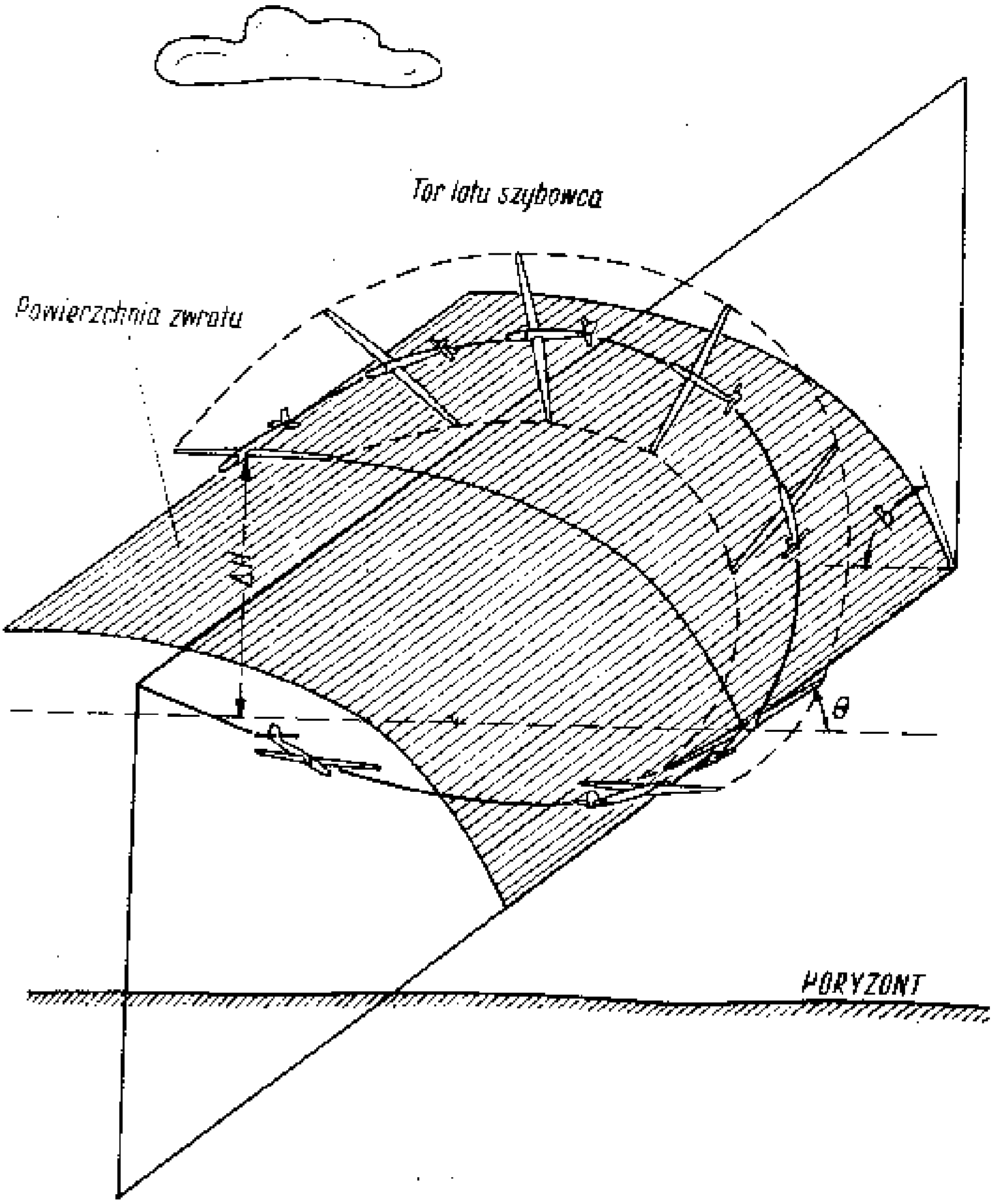


Rys. 127. Zniekształcenie przewrotu wywołane wczesnym wyprowadzeniem z nurkowania po wykonaniu obrotu

nych odkształceń. Zbyt późne rozpoczęcie obrotu lub zbyt energiczne „wdepnięcie nogi" powodują utratę prędkości w szczytowym punkcie i zwalenie się szybowca. Nauka i trening przewrotu — figury stosunkowo trudnej — doskonale rozwija orientację i wyobraźnię przestrzenną.

8. Zwrot („zwrot bojowy")

Zwrot, to zakręt o 180° z dużą prędkością kątową i zyskiem wysokości wynikającym z nadmiaru prędkości. Podczas zwrotu szybowiec wykonuje pół zwitki stromej spirali ze znacznym przechyleniem. Tor lotu szybowca



Rys. 128. Zwrot

ΔH — względny zysk wysokości, Θ — przechylenie szybowca do horyzontu w chwili wprowadzenia, β — kąt nachylenia do horyzontu powierzchni zwrotu w chwili wprowadzenia

jest opisany na powierzchni stanowiącej wycinek pobocznicy walca (rys. 128). W miejscu przecięcia się tej powierzchni z poziomem jest ona nachylona pod pewnym kątem do poziomu. Im kąt ten jest większy, tym wznoszenie podczas zwrotu jest bardziej strome, a nabór wysokości większy, tym też mniejsze przechylenie podczas wprowadzania szybowca do zwrotu i większa prędkość potrzebna do jego wykonania.

Przy dużych kątach nachylenia płaszczyzny zwrotu przechylenie szybowca względem horyzontu może przekroczyć 90°. Wymaga to dużej skuteczności lotek przy wyprowadzaniu ze zwrotu, które odbywa się na małej prędkości. Na jednomiejscowych szybowcach treningowo-wyczynowych przechylenie podczas wprowadzania do zwrotu powinno być mniejsze niż 35°, a na szybowcach dwumiejscowych — mniejsze niż 45°. Prędkość wprowadzenia do zwrotu wynosi $1{,}8 \div 2{,}0\ V_{opt}$. Wyprowadzenie powinno zakończyć się przy prędkości ekonomicznej.

Wprowadzenie odbywa się następująco: po osiągnięciu prędkości wprowadzenia przechyla się szybowiec o ok. 45° (najczęściej stosowane przechylenie w lotach szkolnych) i ściąga drążek na tyle, aby unoszenie maski było niemal tak szybkie jak podczas pętli. W miarę zakręcania i wznoszenia się szybowca należy lotkami podtrzymywać przechylenie, a sterem kierunku eliminować tendencję do ślizgów bocznych.

Po obróceniu się szybowca o 90° należy zwiększyć wychylenie steru kierunku, ściągając tym samym maskę do linii horyzontu, i rozpocząć zmniejszanie przechylenia z takim obliczeniem, aby wyprowadzenie do lotu prostego nastąpiło na kierunku przeciwnym do wprowadzenia. W ostatniej fazie wyprowadzenia, gdy powierzchnia zwrotu jest nachylona pod małym kątem do poziomu, należy stosować wychylenie steru kierunku zgodne z wychyleniem lotki (tzn. przeciwne do kierunku zwrotu), podobnie jak przy wyprowadzaniu z zakrętu.

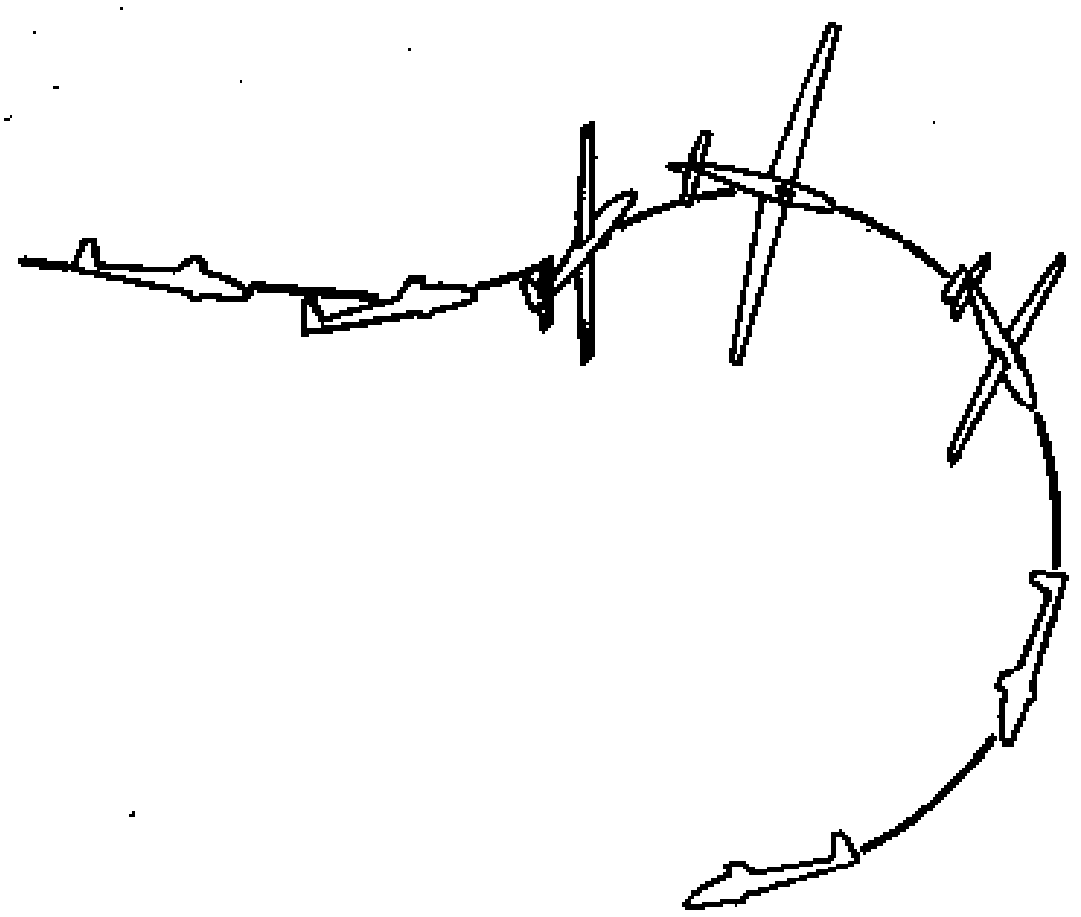
Najczęściej spotykanym błędem przy wykonywaniu zwrotu jest zbyt duże przechylenie w chwili wprowadzenia, powodujące wykonanie pół zwitki spirali z niewielkim wznoszeniem. Innym błędem jest zbyt wczesne zmniejszanie przechylenia w obawie przed szybką utratą prędkości. Powoduje to przedwczesne wyprowadzenie szybowca ze zwrotu z maską uniesioną nad horyzont. Brak stopniowego zmniejszania przechylenia — w przeciwieństwie do błędu poprzedniego — w miarę zakręcania szybowca, po-

woduje przekroczenie przechylenia 90°, silny ześlizg podczas wyprowadzania i „przejście" kierunku wyprowadzenia ze zwrotu.

Zwrot, mimo pozorów, jest figurą dość trudną, wymagającą podobnie jak przewrót, dobrej orientacji i wyobraźni przestrzennej. Bez dobrego wyobrażenia sobie, jakie położenie w stosunku do horyzontu odpowiada poszczególnym fazom zwrotu i jak przebiega tor szybowca w przestrzeni, nie jest możliwe nauczenie się wykonywania tej figury. Wymaga to także częstego jej ćwiczenia.

9. Szybki wywrót (niesterowany)

Szybki wywrót jest połączeniem połowy obrotu autorotacyjnego rozpoczętego z lotu normalnego i połowy pętli (rys. 129). Prędkość wprowadzenia do figury wynosi $1{,}0 \div 1{,}2\ V_{opt}$. Po osiągnięciu prędkości wprowadzenia należy szybkim, pełnym ściągnięciem drążka na siebie



Rys. 129. Szybki wywrót (niesterowany)

i wychyleniem steru kierunku w stronę zamierzonego obrotu rozpocząć autorotację. Gdy szybowiec obróci się o ponad 90°, trzeba wycofać ster kierunku do neutrum, a przed dojściem do położenia odwróconego — wychylić ster kierunku w stronę przeciwną i oddać nieco drążek. Po przerwaniu autorotacji wykonuje się pół pętli w dół.

Praca sterem kierunku w wywrocie i wyprzedzenie przed zatrzymaniem autorotacji uzależnione są od typu szybowca, egzemplarza i ciężaru pilota. Dlatego też opisany wyżej sposób wykonania wywrotu nie jest receptą.

Wykonując wywroty należy postępować zgodnie ze wskazówkami zawartymi w instrukcji eksploatacji szybowca i osobistym doświadczeniem. Najczęstszym błędem jest zbyt późne zatrzymanie samoobrotu, prowadzące czasem do wykonania nieprawidłowej beczki niesterowanej. Nadmierne oddanie drążka w momencie zatrzymywania autorotacji może doprowadzić do stromego lotu odwróconego.

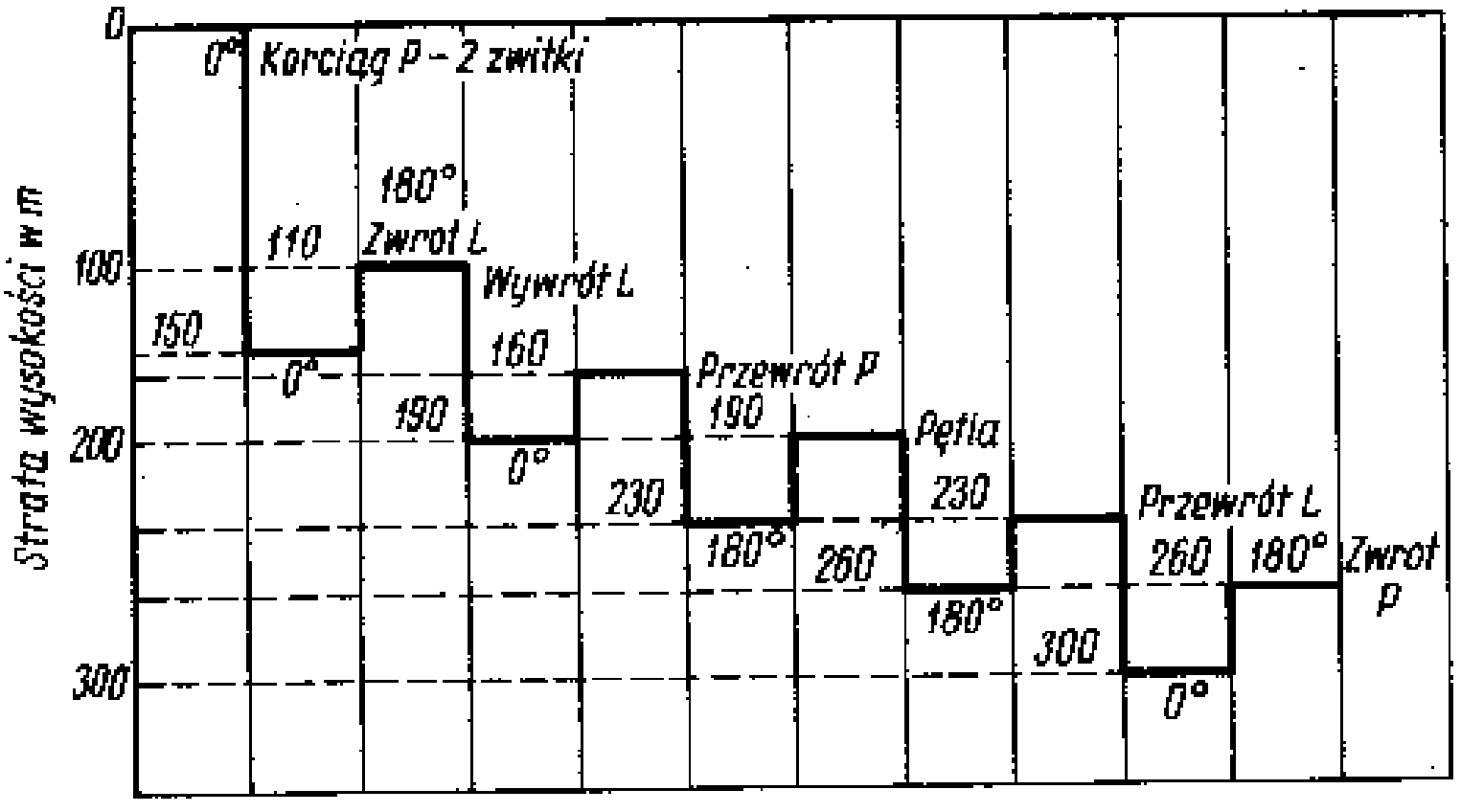
10. Wiązanie figur

Wiązanie figur polega na wykonywaniu różnych figur bezpośrednio po sobie. Wykorzystuje się przy tym nadmiar prędkości uzyskany w wyniku wykonania figury poprzedniej do rozpoczęcia następnej, wymagającej dużej prędkości początkowej, lub też małą prędkość uzyskaną po zakończeniu figury do wykonania następnej, rozpoczynanej z małej prędkości. Podczas wiązania figur konieczne przyrosty prędkości uzyskuje się w pionowym nurkowaniu. Skraca to do minimum czas rozpędzania szybowca i zmniejsza jego przesunięcie w strefie. Wymaga to podporządkowania prędkości początkowych i końcowych figur wymogom figur sąsiednich. Ważną rzeczą jest zachowanie osi wiązanki, polegające na rozpoczynaniu i kończeniu figur na kierunkach przeciwległych.

Umiejętność wiązania figur jest szczególnie ważna w akrobacji szybowcowej, gdyż pozwala na ekonomiczne wykorzystanie posiadanej wysokości. Strata wysokości podczas wiązania figur jest mniejsza niż przy pojedynczym ich wykonywaniu.

Naukę wiązania należy rozpocząć od łączenia początkowo dwu figur, a potem coraz większej ich liczby. Należy się starać w razie utracenia kierunku, poprawić go podczas przechodzenia do następnej figury. Pewna tolerancja początkowych i końcowych prędkości figur pozwala na wiązanie ich mimo drobnych błędów prędkości wyprowadzenia z figury poprzedniej. Duże błędy prędkości mogą jednak doprowadzić do popsucia wiązanki.

Próba wykonania skomplikowanej wiązanki przez niedoświadczonego akrobatę może doprowadzić do utraty orientacji przestrzennej w powietrzu. Przed przystąpieniem do wykonania jakiejkolwiek wiązanki należy dokładnie zapamiętać kolejność figur, kierunek lotu i położenie szybowca między figurami, przewidzieć możliwość odkształceń i uwzględnić rezerwę wysokości w celu zapewnienia bezpieczeństwa.



Rys. 130. Jeden ze sposobów obliczania przybliżonej straty wysokości w wiązance

Przykład łatwej wiązanki akrobacyjnej: dwie zwitki korkociągu w prawo, zwrot w lewo, wywrót w lewo, przewrót w prawo, pętla, przewrót w lewo, zwrot w prawo.

W wiązance tej strata wysokości wynosi ok. 300 m, a niezbędna rezerwa wysokości — 100 m, tak że rozpoczynać ją należy nie niżej niż na 900 m. Rysunek 130 przedstawia sposób obliczania straty wysokości.

Rozdział X

LOT BEZ WIDOCZNOŚCI

Najsilniejsze wznoszenia termiczne występują najczęściej w środkowej partii pionowego zasięgu komina oraz w wypiętrzonych chmurach kłębiastych. Wykorzystywanie wznoszeń w chmurach podczas przelotów i lotów wysokościowych wymaga doskonałego opanowania pilotażu bez widoczności. Poza tym umiejętność wykonania lotów bez widoczności przydaje się w różnych sytuacjach (lot w silnym opadzie, loty nocne, falowe itd.) i udoskonala technikę pilotażu.

1. Cechy lotu bez widoczności

W locie z widocznością ziemi pilot ocenia przebieg lotu według linii horyzontu lub płaszczyzny ziemi oraz według wskazań przyrządów pokładowych. Stan lotu ocenia się najczęściej na podstawie wskazań przyrządów, a zmiany stanu lotu — według horyzontu. W locie bez widoczności brak jest doskonałego wskaźnika położenia, jakim jest horyzont. Zarówno więc aktualne położenie szybowca, jak i jego zmiany, a nawet tendencje do zmian trzeba odczytywać ze wskazań przyrządów.

Wobec doświadczenia pilotażowego, jakie posiadają piloci rozpoczynający naukę lotów na przyrządy, ocena taka wydaje się nie nastręczać żadnych trudności. W istocie odczytanie położenia szybowca ze wskazań przyrządów jest dość łatwe, jednakże proces myślowy towarzyszący odczytaniu przyrządów i uświadomieniu sobie położenia jest zbyt długi, aby stosować go w pilotażu bez widoczności. Doprowadziło to do ustalenia pewnych reguł kolejności i sposobu reagowania na wskazania przyrządów, bez analizowania w locie położenia szybowca i jego zmian.

Metoda ta, stosowana w pilotażu samolotowym i szybownictwie od wielu lat, ma wiele wad. Zasadniczym jej mankamentem jest łatwe uleganie złudzeniom wywołanym przez wpływ sił masowych na aparat przedsionkowy zmy-

słu równowagi. Widoczność horyzontu w locie normalnym koryguje zakłócenia zmysłu równowagi, brak horyzontu wywołuje złudzenie zakręcania, przechylenia, zmian pochylenia, a nawet wrażenie lotu odwróconego. Złudzenia te przekreślają wiarę w przyrządy i reguły pilotażu i stają się przyczyną utraty panowania nad szybowcem. Dlatego aktualnie zrywa się z metodą reagowania na poszczególne przyrządy i zastępuje się ją oceną położenia na podstawie ich wskazań. Wymaga to wykształcenia nawyku podobnego do nawyku czytania. Dziecko drogą ćwiczeń, od składania poszczególnych dźwięków w wyraz, dochodzi poprzez sylabizowanie do umiejętności odczytywania całych wyrazów czy całych zdań, bez zastanawiania się nad kolejnością liter i dźwięków im odpowiadających. Podobnie pilot powinien nauczyć się odczytywania położenia szybowca i tendencji do jego zmian z całości wskazań przyrządów pokładowych. Daje mu to świadomość położenia i ułatwia pokonanie złudzeń wywołanych zakłóceniem zmysłu równowagi.

Nie należy jednak zaniedbywać znajomości reguł sposobu i kolejności reagowania na wskazania poszczególnych przyrządów, gdyż bez tego niesposób przejść przez etap „sylabizowania", a poza tym są one pomocne w razie niesprawności niektórych przyrządów lub w przypadku całkowitej utraty orientacji przestrzennej w „ślepym" locie.

Szczególnego znaczenia nabierają w locie bez widoczności dodatkowe wrażenia słuchowe i mięśniowo-ruchowe. Zmiany natężenia szumu szybowca, będące normalnie dodatkowym czynnikiem informującym, że szybowiec leci i jest opływany przez powietrze, po zasłonięciu kabiny występują z całą ostrością i wywołują u niektórych pilotów nieodpartą chęć reagowania sterem wysokości.

Kiedy horyzont jest widoczny, pilot kontroluje wielkość ruchu drążka czy pedałów widoczną na horyzoncie zmianą położenia maski, a kontrola mięśniowo-ruchowa, polegająca na odczuciu sił i położenia, jest czynnikiem drugorzędnym. W locie bez widoczności natomiast staje się ona istotnym czynnikiem kontroli dostosowania ruchu do potrzeb. Z całą ostrością występują tu u poszczególnych pilotów różnice w sile wrażeń mięśniowo-ruchowych.

Wiele kłopotu sprawia często mimowolne naciskanie jednego pedału czy wychylanie lotki. Największe komplikacje wywołuje mylne przeświadczenie o położeniu steru wysokości, ponieważ kilkumilimetrowe wychylenie drążka powoduje zmiany prędkości rzędu kilkudziesięciu kilometrów.

Dlatego bardzo ważne jest staranne wyważenie szybowca klapką na prędkości stosowanej w locie bez widoczności (najlepiej V_{opt}). W locie „ślepym" szczególnie wyraźnie występuje konieczność podwójnych ruchów sterami. Konieczność ta w locie z widocznością występuje samorzutnie, ponieważ narzuca ją zasada reagowania na dostrzeżone zmiany pochylenia, często bez uświadomienia, że sterowanie odbywa się podwójnymi ruchami. Przy braku widoczności zewnętrznej stosuje się świadomą reakcję podwójnymi ruchami.

2. Właściwości wskazań przyrządów pokładowych i wykorzystanie ich do oceny położenia

Podstawowym przyrządem stosowanym do oceny położenia w pilotażu samolotowym bez widoczności jest sztuczny horyzont. Wskazuje on w sposób ciągły przechylenie i pochylenie. Mimo zalet, w szybownictwie przyrząd ten nie znajduje powszechnego zastosowania ze względu na znaczny swój ciężar wraz z urządzeniami zasilającymi oraz błędy wskazań w długotrwałym krążeniu, wywołane precesją żyroskopu. Położenie i kierunek lotu na szybowcu ocenia się głównie w oparciu o zakrętomierz, chyłomierz poprzeczny i prędkościomierz. Dla kontroli lotu ważne są również wskazania pozostałych przyrządów: wariometru, busoli i wysokościomierza.

Zakrętomierz. Zakrętomierz działa na zasadzie precesji żyroskopu o dwu stopniach swobody. Strzałka zakrętomierza wskazuje kierunek obrotu szybowca wokół osi Z-Z, bez względu na to, czy jest on wywołany wychyleniem steru kierunku, momentem kierunkowym lotek czy też zakręcaniem w wyniku ześlizgu. Wychylenie wskazówki od położenia środkowego odpowiada wartości prędkości kątowej.

Jednak wskazania zakrętomierza mają charakter głównie jakościowy, a nie ilościowy, tzn. nie można na tym przyrządzie odczytać wartości prędkości kątowej. W celu usunięcia w pewnym stopniu tej niedogodności, istnieje obowiązek regulowania zakrętomierza w ten sposób, aby prędkości kątowej 4° na sekundę odpowiadało wychylenie strzałki na styk ze wskaźnikiem środkowego położenia (rys. 131). Ponieważ zakrętomierz wskazuje prędkość obrotu wokół osi pionowej, a nie prędkość kątową zakrętu, wskazania jego stoją w pewnej proporcji do prędkości kątowej zakrętu tylko do przechylenia ok. 45°.

Dalszemu zwiększaniu przechylenia w zakręcie towarzyszy spadek prędkości obrotu szybowca wokół osi pionowej, co wiąże się ze zmniejszeniem wskazań zakrętomierza, tak że przy przechyleniu 90° strzałka wróciłaby do położenia środkowego. Znajomość tej zasady jest bardzo ważna i zmusza pilota do przeciwdziałania wychylaniu się strzałki poza boczny, skrajny wskaźnik wychylenia. Obecnie stosowane są również zakrętomierze, w których zmniejszenie wskazań strzałki następuje dopiero po przekroczeniu przechylenia 60°

Rys. 131. Położenie strzałki zakrętomierza „na styk"

Chyłomierz poprzeczny. Chyłomierz poprzeczny jest przyrządem uzupełniającym zakrętomierz. Kulka chyłomierza ustawia się w linii działania wypadkowej sił masowych (ciężaru szybowca i siły odśrodkowej). Jej odchylenie od położenia środkowego wskazuje odchylenie wypadkowej sił masowych od osi pionowej szybowca, a więc od płaszczyzny działania siły nośnej i wypadkowej siły aerodynamicznej. Odchylenie kulki chyłomierza wskazuje kierunek ślizgu bocznego, a tylko w locie prostym — przechylenie. Dlatego bardziej celowe byłoby nazywać ten przyrząd wskaźnikiem ślizgów.

Prędkościomierz. Prędkościomierz jest przyrządem wskazującym z minimalnym opóźnieniem (którego w sterowaniu można nie brać pod uwagę) aktualną prędkość szybowca. Przy zastosowaniu jednak prędkościomierza jako wskaźnika pochylenia należy się liczyć z tym, że prędkość odpowiadająca nowemu pochyleniu zostanie wskazana przez prędkościomierz z widocznym opóźnieniem. Opóźnienie to jest tym większe, im szybsze i większe są zmiany pochylenia. Na przykład przy szybkim przejściu od stromego szybowania do szybowania łagodnego lub nawet wznoszenia prędkościomierz na nowym torze lotu będzie pokazywał jeszcze przez chwilę dawną, a w zasadzie rzeczywistą prędkość. Jest to dużą niedogodnością w ocenie pochylenia szybowca i wymaga uwzględnienia w sterowaniu podłużnym.

Błąd prędkościomierza spowodowany zmniejszaniem się gęstości powietrza ze wzrostem wysokości nie ma znaczenia w sterowaniu szybowcem. Uwzględnia się go jedynie w obliczeniach nawigacyjnych.

Chyłomierz podłużny. Chyłomierz podłużny działa na zasadzie naczyń połączonych. W przeciwieństwie do prędkościomierza, wskazuje on aktualne pochylenie szybowca. W zakręcie wskazania jego są błędne. Uzupełnia on wskazania prędkościomierza w ocenie pochylenia.

Wariometr. Wariometr wskazuje prędkość pionową szybowca. Przy jej zmianach opóźnienie wskazań wariometru jest rzędu $1 \div 2$ sek. Większe opóźnienia mają wariometry konstrukcji membranowej, mniejsze — skrzydełkowej.

Wariometr energii całkowitej — dzięki eliminacji wskazań zmian prędkości pionowej, wywołanych kosztem chwilowych zmian prędkości postępowej — jest przyrządem szczególnie przydatnym podczas centrowania kominów termicznych w locie bez widoczności. Natomiast wskazaniami jego nie można się posługiwać oceniając pochylenia.

Wariometr zwykły wskazuje całkowitą prędkość pionową szybowca i podczas lotu ślizgowego, w spokojnych warunkach atmosferycznych, może pomocniczo służyć do zauważenia zmian pochylenia. Wariometr pokazuje szybciej wzrost lub spadek prędkości opadania, wynikający ze zmian pochylenia niż prędkościomierz — wynikające z tego zmiany prędkości. Poza tym wielkość wskazań wariometru jest proporcjonalna do szybkości zmian pochylenia. W miarę opanowywania lotu na przyrządy trzeba zrezygnować z tego pomocniczego środka w określaniu zmian pochylenia, gdyż trwały nawyk takiej oceny przeszkadza w sterowaniu w warunkach turbulencji.

Busola. Na szybowcach na ogół nie stosuje się busol żyroskopowych z odległościową korekcją magnetyczną i żyroskopowych wskaźników, które w sposób ciągły, spokojny i dokładny wskazują kurs i jego zmiany. Zdaje to pilota szybowcowego na łaskę i niełaskę busoli magnetycznej obarczonej licznymi błędami. Część tych błędów (np. deklinacja, dewiacja, zastój pływaka) w pilotażu szybowcowym nie ma większego znaczenia, gdyż nie wymaga się w nim od busoli ścisłej dokładności wskazań. Takie jednak błędy, jak: zacinanie się róży wiatrów podczas przechyleń w zakręcie większych niż o 20°, błąd północny busoli i błąd kierunków drugiej wielkości (wywołane obciążeniem południowego końca igły magnetycznej) znacznie komplikują posługiwanie się tym przyrządem.

Błąd północny powoduje opóźnienie wskazań busoli podczas zakrętów na kursach północnych i przyśpieszenie wskazań na kursach południowych. Stwarza to konieczność wyprowadzenia z zakrętu z wyprzedzeniem rzędu $15 \div 30°$ na kursie północnym i opóźnieniem podobnej wielkości na

kursie południowym. Błąd kierunków drugiej wielkości (wschód-zachód) jest związany z oddziaływaniem przyśpieszeń wzdłuż linii lotu na obciążony koniec igły magnetycznej. Powoduje on na kursie wschodnim zmniejszenie kursu wskazywanego przez busolę, przy wzroście prędkości, i zwiększenie kursu przy spadku prędkości, a na kursie zachodnim odwrotnie: wzrost kursu, gdy prędkość rośnie i spadek kursu, gdy prędkość maleje.

Nawet niewielkim zmianom prędkości odpowiadają widoczne zmiany kursu. Reagowanie więc na zmiany kursu podczas lotu na kierunkach E-W i zbliżonych wymaga uprzedniej kontroli prędkości. Błąd pociągania cieczy powoduje, że wyprowadzenie na żądany kurs z długotrwałego krążenia jest znacznie trudniejsze i wymaga więcej cierpliwości od pilota niż wyprowadzenie z pojedynczego zakrętu.

Wysokościomierz. Wysokościomierz ma dla sterowania drugorzędne znaczenie. Wskazania jego są podstawą w taktyce lotu. Korzystanie ze wskazań wysokościomierza w locie bez widoczności jest takie samo, jak w locie z widocznością zewnętrzną.

Przed przystąpieniem do nauki lotów bez widoczności dobrze jest w lotach termicznych ćwiczyć umiejętność oceny położenia i jego zmian tylko na podstawie wskazań przyrządów, oceniając następnie prawidłowość wniosków w oparciu o horyzont. Szczególną uwagę należy zwrócić na łączne wskazania zakrętomierza, prędkościomierza i wariometru oraz łączne wskazania zakrętomierza i busoli.

3. Lot prosty

Aby zachować lot prosty, pilot musi usuwać — w chwili ich powstawania — odchylenia równowagi poprzecznej i kierunku oraz odchylenia prędkości lotu, ale także okresowo poprawiać kurs według busoli. Narzuca to sposób dzielenia uwagi między przyrządy pokładowe. Przede wszystkim i najczęściej należy obserwować zakrętomierz i prędkościomierz.

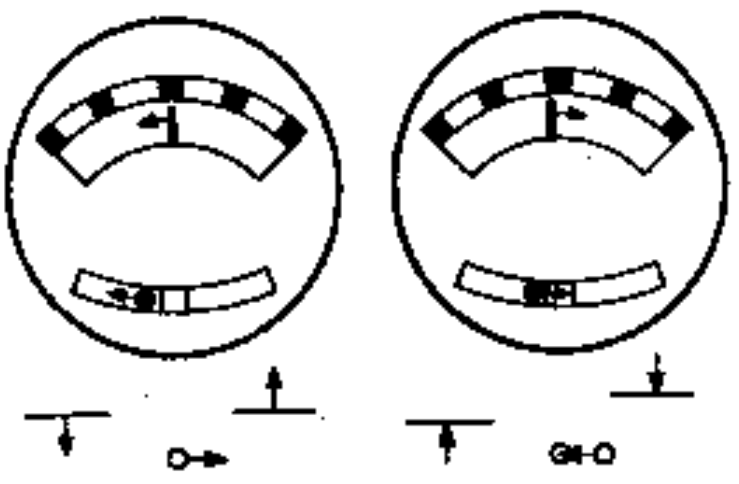
Poprawiając odchylenia od kierunku nie wolno odwracać całkowicie uwagi od prędkościomierza, aby nie dopuścić do znacznych odchyleń prędkości, i odwrotnie — poprawiając prędkość nie należy spuszczać z oka zakrętomierza. Zakrętomierz i chyłomierz poprzeczny traktuje się jako jeden przyrząd i odczytuje się łączne ich wskazania. Poprawiając prędkość trzeba zwrócić również uwagę na wariometr i chyłomierz podłużny, jeśli znajduje się on

w zestawie przyrządów. Należy się kierować zasadą, że w pierwszej kolejności poprawia się odchylenia kierunku i równowagi poprzecznej, a potem odchylenia prędkości, chyba że krytycznie mała prędkość grozi wpadnięciem w korkociąg.

W miarę zdobywania doświadczeń należy dążyć do jednoczesnego lub prawie jednoczesnego reagowania na wszystkie odchylenia. Wzajemna zależność równowagi poprzecznej i kierunku oraz wtórne działanie lotek i steru kierunku wymagają dokładnej koordynacji tych sterów dla usuwania odchyleń. Koordynację tę w locie bez widoczności ułatwia dokładne uświadomienie i przemyślenie techniki ruchów sterami.

Zwis objawia się wyjściem kulki z położenia środkowego i następnie skłonnością strzałki do wychylania się w tę samą stronę (rys. 132). Reakcja na zwis polega na przeciwnym do niego wychyleniu lotki i steru kierunku do chwili powrotu kulki w położenie środkowe i ustąpienia skłonności strzałki do wychylenia się.

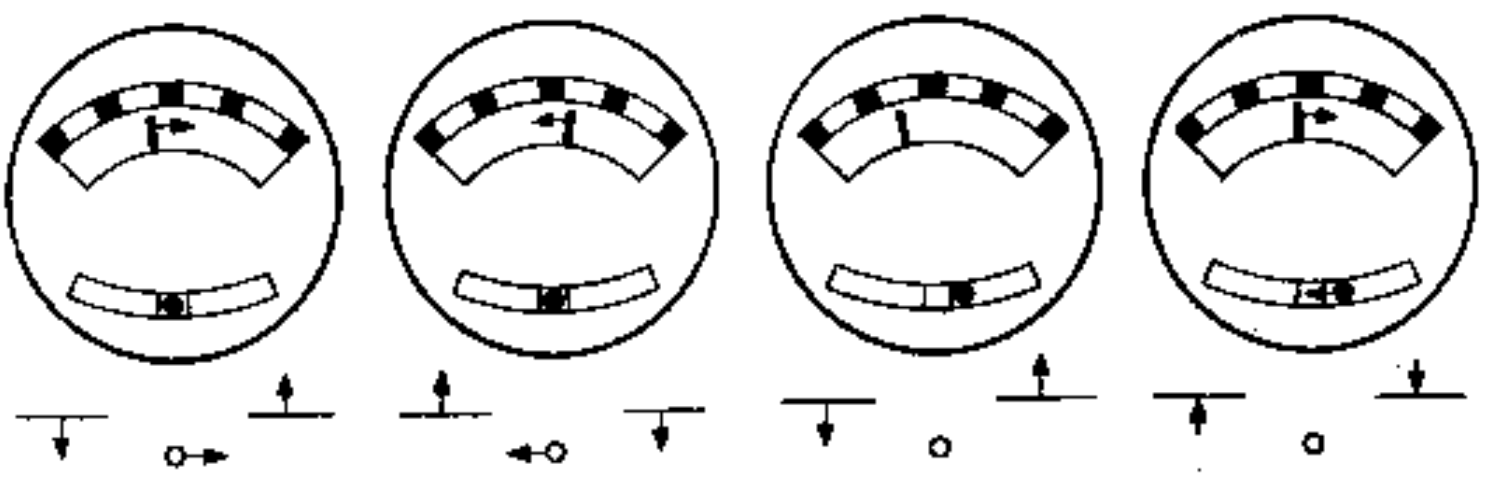
Wytrącenie kulki z położenia środkowego bez skłonności strzałki do wychylenia się świadczy o bardzo wczesnej fazie zwisu lub istniejącym już wychyleniu steru kierunku przeciwnie do zwisu. Reaguje się na to również skoordynowanym ruchem lotki i steru kierunku, którego wychylenie musi być mniejsze niż poprzednio, aby nie wywołać zakręcania w stronę przeciwną.



Rys. 132. Usuwanie zwisu

Wychylenie strzałki przy środkowym położeniu kulki świadczy o wejściu szybowca w zakręt. Usuwa się je zgodnie skoordynowanym ruchem lotki i „nogi". Należy pozwolić pracującej strzałce na przejście położenia środkowego i wychylenie się w stronę przeciwną na czas zbliżony do powstałego odchylenia, co umożliwi poprawienie kierunku (rys. 133). Następnie, przeciwnym skoordynowanym ruchem sterów doprowadza się szybowiec do lotu prostego i wycofuje stery do neutrum. Przeciwne wychylenie strzałki i kulki świadczy o zakręcaniu bez przechylenia. Usuwa się je w zasadzie samym sterem kierunku, ponieważ powstaje ono przeważnie jako skutek mimowolnego naciśnięcia pedału (rys. 134).

Gdy zauważymy, że strzałka prędkościomierza odchyla się od prędkości zaleconej, należy ruchem steru wysokości powstrzymać strzałkę i wywołać jej ruch powrotny. Gdy się on zacznie, wycofujemy ster wysokości w tempie dostosowanym do szybkości ruchu strzałki. Gdy prędkość spada, reagujemy ruchem większym i szybszym, gdy wzrasta — delikatnym i powolnym. Znaczne odchylenie od prędkości, szczególnie wzrost prędkości, należy poprawiać „na raty", zatrzymując strzałkę mniej więcej co 10 km/h. Unikniemy w ten sposób tzw. pompowania lub przeciągnięcia szybowca. Podczas usuwania dużych odchyleń od prędkości dobrze jest obserwować wariometr.



Rys. 133. Usuwanie zakręcania

Rys. 134. Usuwanie trawersu

W celu utrzymania kursu w locie prostym, należy w razie zauważenia odchyłki od kursu poprawić ją łagodnym zakrętem, przy strzałce wychylonej „na styk" (4° na sekundę). Podczas tej czynności nie należy patrzeć na busolę, gdyż powoduje to utratę kontroli nad położeniem szybowca.

Prawidłowość manewru kontroluje się według wskazań zakrętomierza i prędkościomierza, kontynuując łagodny zakręt w czasie niezbędnym do usunięcia odchyłki kursu. Czas ten określa się orientacyjnie (np. zmianę kursu o 16° osiąga się w ciągu 4 sek). Skutek manewru należy skontrolować na busoli dopiero po ustaleniu lotu prostego. Jest to szczególnie ważne na kierunkach pierwszej wielkości (północ i południe) i zbliżonych. Podczas manewru i po jego zakończeniu należy dokładnie zachować prędkość (szczególnie ważne na kierunkach drugiej wielkości i zbliżonych).

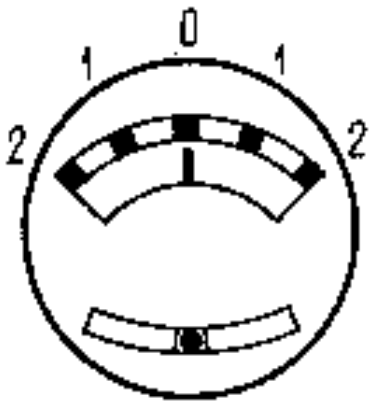
Duże, nieskoordynowane ruchy sterami wywołują znaczne odchylenia od właściwego położenia oraz szybkie zmiany wskazań przyrządów, dezorientując pilota. Ruchy pojedyncze powodują odchylenia przeciwne do tych, na które

reagowano. Skupienie uwagi na jednym przyrządzie prowadzi do nieskontrolowanej zmiany położenia. Szczególnie zagapienie się na busolę przy poprawianiu kursu powoduje głębokie przechylenie, o którym pilot nie wie. Wyklucza to możliwość wprowadzenia poprawki. Trzeba pamiętać, że wskazania busoli magnetycznej w zakręcie są niemiarodajne i należy je odczytywać tylko w locie prostym, gdy prędkość jest stała.

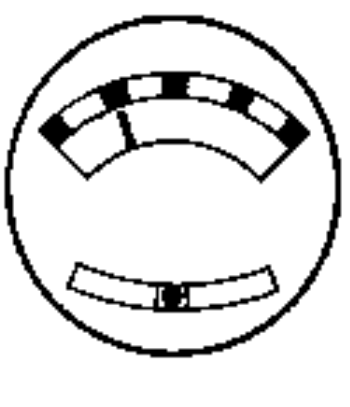
4. Zakręt

W zakręcie należy utrzymywać taką samą proporcję parametrów jak w locie z widocznością. Trudność polega na braku wskaźnika przechylenia, którym normalnie jest horyzont. Ponieważ w prawidłowym zakręcie (kulka w środku) określonemu przechyleniu odpowiado w przybliżeniu określone wychylenie strzałki zakrętomierza, wobec tego podstawowym parametrem określającym zakręt jest wychylenie tej strzałki w stosunku do bocznych wskaźników, tzw. kwadratów.

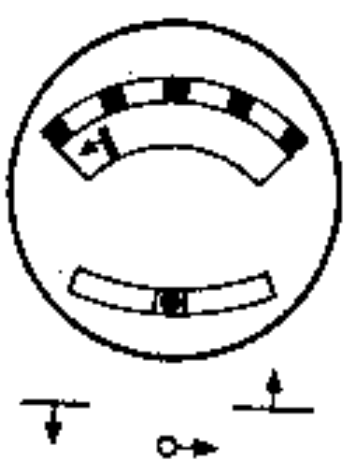
Środkowy kwadrat liczymy jako zerowy (rys. 135). Zakrętowi z małym przechyleniem odpowiada wychylenie



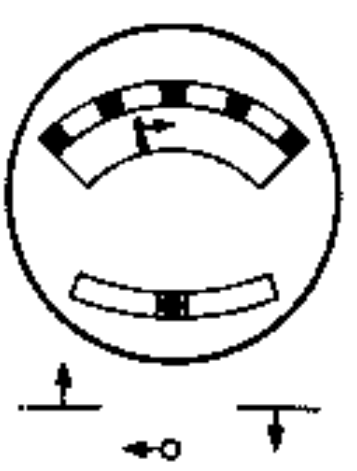
Rys. 135. Umowna numeracja „kwadratów"



Rys. 136. Prawidłowy zakręt „na pierwszy kwadrat"



Rys. 137. Wzrost przechylenia

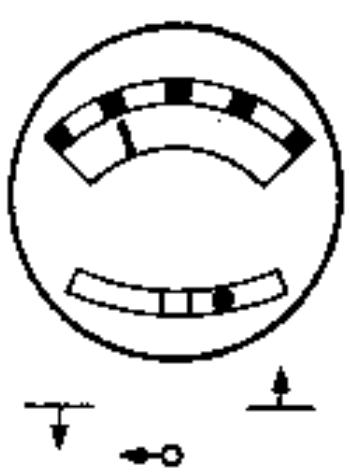


Rys. 138. Zmniejszenie przechylenia

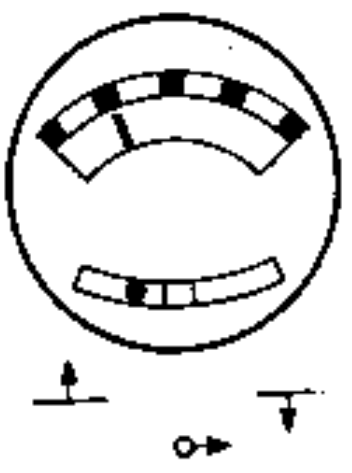
strzałki na pierwszy kwadrat. Większemu przechyleniu w zakręcie, przy którym ściągnięcie drążka dla uniknięcia wzrostu prędkości jast już wyraźne, odpowiada wychylenie strzałki na drugi kwadrat. Należy unikać wychylenia się strzałki poza drugi kwadrat, gdyż prowadzi to do przejścia szybowca w spiralę. Podczas szkolenia wykonuje się początkowo zakręty płytkie, na pierwszy kwadrat, a po ich opanowaniu — głębokie, na drugi kwadrat. W obu przypadkach ocena odchylenia od stanu normalnego, przy różnych wskazaniach zakrętomierza, jest podobna, dlatego omówimy tylko sytuację zakrętu płytkiego.

Rysunek 136 pokazuje sytuację prawidłową. Rysunek 137 obrazuje wskazania zakrętomierza w czasie pogłębiającego się zakrętu bez ślizgów bocznych. Reagować należy skoordynowanym, przeciwnym ruchem lotki i „nogi" i wycofać stery z chwilą uzyskania obrazu sytuacji prawidłowej.

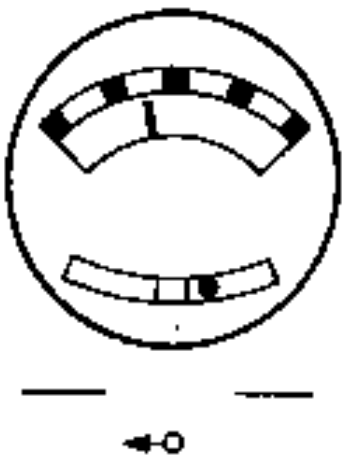
Rysunek 138 obrazuje zmniejszanie się przechylenia bez ślizgów bocznych. Reaguje się przeciwnie niż w sytuacji poprzedniej. Na rysunku 139 przedstawiono wyślizg przy



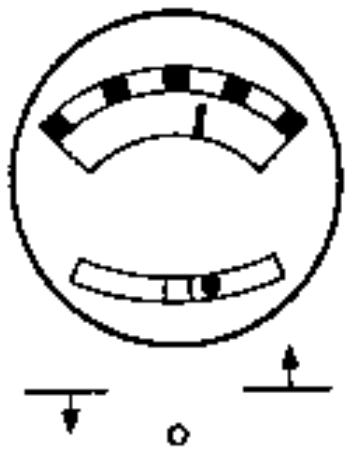
Rys. 139. Wyślizg przy właściwym przechyleniu



Rys. 140. Ześlizg przy właściwym przechyleniu



Rys. 141. Wyślizg spowodowany za małym przechyleniem



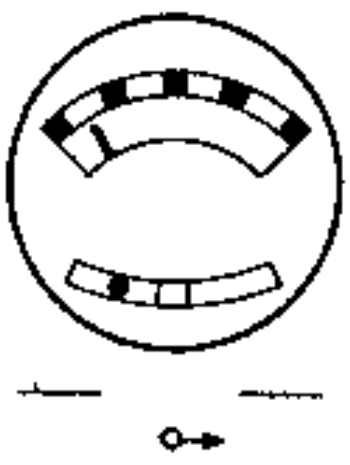
Rys. 142. Ześlizg przy za małym przechyleniu

prawidłowym położeniu strzałki. Należy reagować lotką w celu zwiększenia przechylenia i „nogą" przeciwnie do zakrętu, aby nie dopuścić do zwiększenia prędkości kątowej. Rysunek 140 ilustruje sytuację przeciwną (ześlizg) do poprzedniej, wymagającą również przeciwnej reakcji sterami. Na rysunku 141 przedstawiono zakręt ze zbyt małym przechyleniem i wyślizgiem. Należy poprawić sytuację wychyleniem lotki w stronę zakrętu, w celu zwiększenia przechylenia. Na rysunku 142 pokazano ześlizg w zakręcie z za małym przechyleniem. Sytuację prawidłową uzyskuje się przez wychylenie steru kierunku w stronę zakrętu.

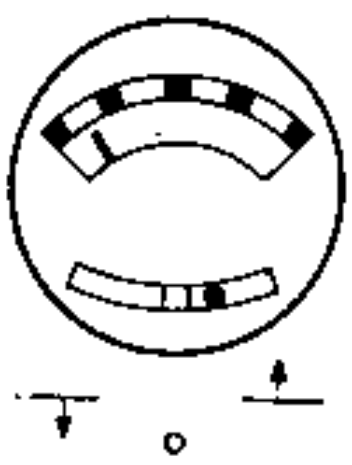
Rysunek 143 pokazuje ześlizg w zakręcie zbyt głębokim. Sytuacja taka doprowadza do spirali na łeb. Reaguje się przez zmniejszenie przechylenia lotką. Rysunek 144 przedstawia wyślizg przy za dużym przechyleniu, który należy wyeliminować zmniejszeniem wychylenia steru kierunku.

Ogólnie można powiedzieć, że wskazówkę zakrętomierza utrzymuje się w żądanym położeniu sterem kierunku, a kulkę — lotkami. Wychylając ster kierunku należy korygować tendencję do zmiany położenia kulki lotkami i odwrotnie, wychylając lotkę w celu zmiany przechylenia należy korygować położenie strzałki sterem kierunku. Pogłębianiu zakrętu (ruch strzałki w kierunku zakrętu i środ-

kowe położenie kulki) musi towarzyszyć ściąganie drążka dla zachowania stałej prędkości, zmniejszaniu przechylenia (cofanie się strzałki przy kulce w środku) musi towarzyszyć ściąganie drążka dla zachowania stałej prędkości, zmniejszaniu przechylenia (cofanie się strzałki przy kulce w środku) musi towarzyszyć oddawanie drążka w celu niedopuszczenia do spadku prędkości. Nieprzestrzeganie tej zasady jest źródłem błędów we wprowadzaniu i w wyprowadzaniu z zakrętów.



Rys. 143. Ześlizg przy za dużym przechyleniu



Rys. 144. Wyślizg przy za dużym przechyleniu

Technika wykonania zakrętu płytkiego, mimo pozorów wynikających z różnorodności możliwych sytuacji, jest łatwiejsza od sterowania w locie prostym. Poważniejszą trudność przedstawia w zakręcie utrzymanie prędkości po przekroczeniu przechylenia 30°. Wielu pilotów objawia niebezpieczną skłonność do pogłębiania zakrętów wskutek braku podtrzymywania lub późnego podtrzymania. Należy przyjąć, że po wychyleniu lotki przy wprowadzaniu w zakręt trzeba rozpocząć podtrzymywanie lotką, nim się stwierdzi, że to jest konieczne.

5. Wyprowadzenie na kurs

Szybowiec z zakrętu wyprowadza się na kurs z uwzględnieniem błędu północnego busoli, powodującego konieczność wyprowadzania na kursach północnych z wyprzedzeniem i opóźnienia na kursach południowych. Jeżeli duże przechylenie w zakręcie spowodowało zacięcie pływaka busoli, należy najpierw zmniejszyć przechylenie na tyle, by strzałka wróciła na pierwszy kwadrat i dopiero wyprowadzać na kurs z przechyleniem, któremu odpowiada wychylenie strzałki na styk z zerowym kwadratem. Przy takim przechyleniu można już stosować wyprowadzanie na kurs według czasu.

Jeżeli zasady wyprowadzania na czas nie da się zastosować, wtedy tuż przed właściwym kursem należy wyprowadzić do lotu prostego i utrzymywać go nie sugerując się wahaniami busoli. W tym celu trzeba usunąć ją na chwilę z pola widzenia. Po uspokojeniu się busoli moze się oka-

zać, że konieczna jest korekta kursu, tym większa, im dłuższe było krążenie poprzedzające wyprowadzenie na kurs. Gdy po ustaleniu strzałki na pierwszym kwadracie, przed wyprowadzeniem na kurs, busola kręci się gwałtownie, należy wyprowadzić do lotu prostego na przypadkowym kursie i dopiero po ustaniu ruchu wirowego róży wiatrów, ponowić próbę uzyskania właściwego kursu.

Zmianę kursu w locie prostym należy wykonywać po najkrótszej drodze kątowej. Zasada, że lewy zakręt zmniejsza kurs, a prawy zwiększa, jest słuszna tylko dla małych poprawek kursowych. Dlatego należy dobrze zapoznać się z różą wiatrów. Jeżeli zmiana kursu nie przekracza 60° lub przebiega przez kurs północny, wykonuje się ją „na styk z zerowym kwadratem". W innych przypadkach można ją rozpocząć zakrętem „na pierwszy kwadrat". Podczas zmiany kursu należy dzielić uwagę między wskazania busoli a ocenę prawidłowości zakrętu.

6. Wyprowadzenie z sytuacji nienormalnych

Sterowanie w locie bez widoczności polega na usuwaniu odchyleń w fazie ich powstawania. Sytuacje nienormalne powstają jako wynik późnej reakcji pilota wskutek niewłaściwego podziału uwagi lub wywołane są turbulencją. Sytuacje nienormalne można podzielić na odchylenia późno zaobserwowane przez pilota, przy których szybowiec przyjmuje niepożądane wprawdzie, ale znane położenie, oraz położenie nienormalne — nie rozpoznane przez pilota. W pierwszym przypadku należy po prostu usunąć niepożądane odchylenie, kontrolując reakcję szybowca za pomocą obserwacji przyrządów. W drugim przypadku wykonuje się następujące czynności:

1) doprowadza się strzałkę zakrętomierza jak najbliżej do kwadratu zerowego za pomocą wychylenia steru kierunku przeciwnego do wychylenia strzałki,
2) doprowadza się lotką kulkę do środka i koryguje się sterem kierunku położenie kulki,
3) poprawia się prędkość.

Gdy rozwojowi sytuacji nienormalnej towarzyszy spadek prędkości grożący korkociągiem, należy najpierw zabezpieczyć prędkość. W razie gwałtownego wzrostu prędkości, należy otworzyć hamulce przed przekroczeniem prędkości dopuszczalnej. Eliminując duży wzrost prędkości należy pamiętać o zasadzie redukowania jej na raty. W przeciwnym razie może dojść do przejścia półpętlą do lotu odwróconego.

Gdy położenie jest nieznane np. z powodu niesprawności zakrętomierza, najlepiej zablokować ster kierunku równomiernym naciskiem na oba pedały, po czym lotkami należy doprowadzić kulkę do położenia środkowego. Głęboka spirala jest trudna do rozpoznania z uwagi na możliwość braku wychylenia strzałki. Ściąganiu drążka w spirali towarzyszy szybki wzrost przeciążeń i prędkości, oddawaniu drążka – wzrost prędkości i gwałtowne zmniejszenie przeciążeń. Korkociąg charakteryzuje się pełnymi, przeciwnymi wskazaniami kulki i strzałki (rys. 145) oraz wskazaniami prędkościomierza właściwymi korkociągowi na danym typie szybowca. Sposób wyprowadzania jest analogiczny do techniki wyprowadzenia w locie z widocznością. O przerwaniu autorotacji świadczy powrót strzałki do położenia środkowego.

Rys. 145. Wskazania zakrętomierza w korkociągu (lewym)

Wyprowadzanie z sytuacji nienormalnych połączonych z gwałtownym wzrostem prędkości i maleniem wysokości wymaga spokoju, zdecydowania i pewności, że podjęte działanie wywoła pożądany skutek. Chaotyczne, pośpieszne działanie gwałtownymi ruchami sterów i bez zrozumienia sytuacji nie daje rezultatów.

Rozdział XI

LOTY NA NOWYM TYPIE SZYBOWCA

W miarę zdobywania doświadczeń pilot szybowcowy poznaje nowe, coraz doskonalsze i trudniejsze w pilotażu typy szybowców. Jakkolwiek zasady sterowania na wszystkich typach szybowców są jednakowe, to jednak szybowce te różnią się między sobą właściwościami sterowania, osiągami, wyposażeniem kabiny i urządzeniami dodatkowymi.

1. Poznawanie nowego typu szybowca

Przed przystąpieniem do lotów na nowym typie szybowca trzeba poznać instrukcję jego użytkowania. Opis budowy szybowca i jego eksploatacji dostarcza niezbędnych wiadomości o sposobie eksploatowania, wadach i zaletach technicznych nowego typu. Zapoznanie się z warunkami eksploatacji, a w szczególności poznanie dopuszczalnych prędkości, dozwolonych figur akrobacji, przeciążeń oraz tolerancji ciężaru załogi, pozwala na racjonalne użytkowanie szybowca.

Zakres użytkowania szybowca, w szczególności dopuszczalne prędkości i figury akrobacji mogą być inne niż podane w instrukcji typu, ponieważ podczas użytkowania mogły zostać wprowadzone ograniczenia spowodowane zużyciem szybowca. Aktualne warunki użytkowania powinny znajdować się na wywieszce w kabinie danego egzemplarza.

Szczególne znaczenie dla techniki pilotowania szybowca ma poznanie jego osiągów. Zapamiętanie prędkości minimalnej, ekonomicznej, optymalnej i odpowiadających im prędkości opadania oraz doskonałości stanowi niezbędne minimum znajomości osiągów szybowca.

Porównanie biegunowej prędkości nowego typu z biegunowymi poznanych już w powietrzu szybowców daje wyobrażenie o zachowaniu się szybowca i reakcji na wy-

chylenie steru wysokości. Jeżeli biegunowa nowego szybowca jest bardziej płaska, to przyrosty prędkości podczas zwiększania pochylenia będą szybsze, a spadki prędkości przy zmniejszaniu pochylenia będą następowały wolniej. Bardziej płaska biegunowa świadczy również o większym zasięgu szybowca w warunkach rzeczywistych i większej prędkości przeskokowej na przelocie. Szczególną uwagę należy zwrócić na opis właściwości szybowca przy wzlocie za wyciągarką i podczas lotu na małych prędkościach.

Po zaznajomieniu się z instrukcją eksploatacji należy zapoznać się z samym szybowcem. Szczegółowy przegląd pozwoli na poznanie konstrukcji szybowca, jego wyglądu, urządzeń i przebiegu napędów usterzeń. Udział w demontażu i montażu szybowca pozwoli uniknąć przykrych niespodzianek, gdy czynność tę trzeba będzie wykonać samemu na przelocie.

Przed lotami należy wsiąść ze spadochronem do szybowca i dopasować do swego wzrostu i najwygodniejszej pozycji ciała położenie pedałów i oparcia plecowego. Siedząc w szybowcu z zamkniętą limuzyną trzeba wypróbować swobodę wychylania sterów, manewrowania dźwignią hamulców, napędem klapki wyważającej i innych napędów, nauczyć się szybkiego odnajdywania gałki zwalniacza zaczepu, oswoić się z rozmieszczeniem przyrządów na tablicy, a także poznać sposób obsługiwania radiostacji. Pożądana jest znajomość przed pierwszym lotem położenia horyzontu w stosunku do maski w locie z prędkością optymalną i podczas wznoszenia za wyciągarką.

2. Loty zapoznawcze (laszujące)

Pierwszy lot na nowym typie szybowca dostarcza pilotowi o niedużym doświadczeniu lotniczym wiele nowych wrażeń, nie pozwalając na rzeczywiste poznanie właściwości szybowca. Dopiero dalsze loty prowadzą do opanowania szybowca.

Pierwszy lot wymaga od pilota dużej koncentracji uwagi i ostrożności, zwłaszcza jeżeli start odbywa się za wyciągarką. W locie tym należy utrzymywać nieco zwiększoną prędkość i zwrócić uwagę na właściwości i zachowanie się szybowca w locie prostym, zakrętach i podczas szybowania na hamulcach. Szczególną uwagę należy poświęcić gospodarowaniu wysokością i obliczeniu do lądowania, pamiętając o różnicy doskonałości między nowym typem a tym, na którym były wykonywane ostatnie loty przed laszowaniem.

Lądowanie należy wykonywać uważnie i ostrożnie. W dalszych lotach, gdy wysokość na to pozwala, należy zapoznać się z własnościami szybowca podczas przeciągnięcia statycznego, krążenia, głębszych zakrętów i ześlizgów. Piloci, którzy mają ukończony kurs akrobacji podstawowej, powinni w dalszych lotach na nowym typie zapoznać się z zachowaniem szybowca podczas figur akrobacji, szczególnie korkociągu — jeśli instrukcja eksploatacji na to pozwala.

Aby dobrze opanować typ szybowca, trzeba na nim wykonać co najmniej 20 lotów, w tym kilka lotów trwających ponad 30 minut.

Rozdział XII

SYTUACJE NIEBEZPIECZNE W LOTACH SZYBOWCOWYCH

Latanie szybowcowe jest bezpieczne. Nad zapewnieniem bezpieczeństwa lotów czuwa wielu ludzi. Jest ono troską konstruktorów i producentów sprzętu, obsługi i kontroli technicznej oraz instruktorów lotnictwa. Musi być także troską pilotów.

Opieka nad sprzętem i sprawdzanie jego stanu technicznego, staranne przygotowanie naziemne i stosowanie się do wskazówek instruktorów, rozsądek i zachowanie przepisów przy wykonywaniu lotów, wykluczenie niemądrej brawury i zbędnego ryzyka — zabezpieczą pilota przed konsekwencjami niebezpiecznych sytuacji. Nie wyklucza to wcale śmiałego i odważnego latania, nie mającego nic wspólnego z chęcią „popisania się".

Niebezpieczne sytuacje w locie powstają najczęściej jako skutek dopuszczenia do nich przez pilota w wyniku braku przewidywania i szybkiej reakcji. Rzadziej są spowodowane przez czynnik zewnętrzny, niezależny od pilota. Im szybciej pilot zareaguje na niebezpieczeństwo, tym większa jest możliwość uniknięcia wypadku. Konsekwencja w działaniu, zgodna z regułami pilotażu, przynosi często nieoczekiwane powodzenie nawet w groźnych, z pozoru pozbawionych wyjścia, sytuacjach.

Bezczynność i bierne oczekiwanie na rozwój sytuacji kończy się źle, nawet w okolicznościach z pozoru niegroźnych. Większość sytuacji niebezpiecznych można przewidzieć wraz ze sposobem postępowania w razie ich zaistnienia. Pilot powinien je znać, gdyż ułatwia mu to podjęcie szybkiej i prawidłowej decyzji w razie niebezpieczeństwa przewidzianego, a także umożliwi znalezienie środków zaradczych w sytuacji trudnej do przewidzenia.

1. Sytuacje niebezpieczne w locie swobodnym

Przeciągnięcie szybowca w locie prostym i w zakręcie. Przeciągnięcie powstaje przeważnie wskutek odwrócenia uwagi od sterowania. Najczęściej jest spowodowane przez:

1) przeciwdziałanie opuszczaniu maski w chwili wejścia w duszenie lub po odwróceniu się ogonem od wiatru,
2) wytracenie nadmiaru prędkości wywołanego podmuchem wiatru lub przez prąd pionowy,
3) rozpoczęcie zakrętu na małej prędkości,
4) wyślizg w zakręcie spowodowany zakręcaniem na siłę lub odwróceniem uwagi od sterowania (zwłaszcza przy esowaniu),
5) niezabezpieczenie prędkości po przerwaniu ciągu w locie holowanym lub przy starcie za wyciągarką, oraz
6) jako skutek „dociągania na siłę" do lotniska przy braku odpowiedniej wysokości.

Przeciągnięcie jest tym bardziej niebezpieczne, im mniejsza jest wysokość lotu. Niski lot sprzyja powstawaniu przeciągnięcia, ponieważ kręte ruchy przyziemnej warstwy powietrza wpływają na szybkie zmiany kątów natarcia, a uwaga pilota skoncentrowana jest głównie na obliczeniu. Dlatego najpewniejszym zabezpieczeniem przed przeciągnięciem na małej wysokości jest utrzymywanie stałego pochylenia, odpowiadającego prędkości optymalnej.

Szybowiec przeciągnięty wali się na łeb i skrzydło. Przeciągnięcie w zakręcie objawia się szybkim pogłębieniem zakrętu z jednoczesnym opuszczeniem maski pod horyzont, toteż dość trudno niewprawnemu pilotowi odróżnić je od pogłębiania zakrętu wskutek podmuchu wiatru pod zewnętrzne skrzydło. W czasie lotu na małej prędkości bliskość przeciągnięcia sygnalizuje zmniejszenie sterowności poprzecznej, a czasem drżenie szybowca. Brak reakcji w chwili przeciągnięcia lub próba podniesienia maski prowadzą do wpadnięcia w korkociąg. Prawidłowa reakcja polega na oddaniu drążka w celu zmniejszenia kąta natarcia i na przeciwdziałaniu skłonności do autorotacji przeciwnym wychyleniem steru kierunku.

Jeżeli reakcja pilota nastąpi w odpowiedniej chwili — nie za późno — to konieczne pochylenie szybowca w celu zmniejszenia kąta natarcia i rozpędzenia szybowca jest niewielkie, a strata wysokości wynosi kilkanaście metrów.

W razie wystąpienia objawów małej prędkości tuż nad ziemią, należy nie dopuścić do jej dalszego zmniejszenia, ale również nie należy pochylać szybowca, starając się jednocześnie zachować równowagę poprzeczną. Spowo-

duje to w najgorszym przypadku płaskie przepadnięcie szybowca do ziemi. Pochylanie szybowca w celu zwiększenia prędkości prowadzi do groźnego uderzenia przodem o ziemię. Jeżeli sytuacja taka ma miejsce przy otwartych hamulcach, należy je natychmiast zamknąć.

Korkociąg mimowolny. Brak prawidłowej reakcji na przeciągnięcie jest przyczyną mimowolnego korkociągu. Ponieważ w korkociąg taki szybowiec wchodzi najczęściej z niecałkowicie ściągniętym drążkiem i tylko częściowo wychylonym sterem kierunku, może on wykonywać korkociąg ustalony tylko z bardzo lekkim pilotem. Najczęściej po wykonaniu połowy lub trzech czwartych zwitki przechodzi w stromą spiralę, co z kabiny jest łudząco podobne do korkociągu. Nieprawidłowa reakcja pilota w pierwszej fazie korkociągu, polegająca na dociągnięciu drążka, powoduje ustalenie korkociągu.

Korkociąg mimowolny na całej wysokości jest bardzo groźnym zjawiskiem, ponieważ wiąże się z dużą i szybką stratą wysokości, tym większą, że znajomość kierunku kręcenia powoduje wyprowadzanie przez oddanie drążka i wychylenie steru kierunku tylko do neutrum. Dlatego pierwszą czynnością w takim wypadku powinno być ustalenie kierunku obrotu szybowca. Dalsze postępowanie powinno być takie, jak przy wyprowadzaniu z korkociągu zamierzonego.

Korkociąg płaski może zdarzyć się na szybowcach seryjnych bardzo rzadko i tylko wskutek przesunięcia do tyłu środka ciężkości w wyniku przekroczenia dopuszczalnego, minimalnego ciężaru pilota lub niewłaściwego rozmieszczenia ładunku na szybowcu. Może się zdarzyć również w wyniku obciążenia ogona szybowca linkami ściągarki i wyciągarki, zaczepionymi podczas nieprawidłowego startu.

Przejście w korkociąg płaski objawia się zmniejszeniem pochylenia, przyśpieszeniem obrotu wokół osi pionowej, zmniejszeniem prędkości, przyciskaniem pleców do oparcia i samoczynnym wychylaniem się drążka na siebie. W celu wyprowadzenia należy bardzo energicznie wychylić ster kierunku przeciwnie do obrotu i równie energicznie wychylić ster wysokości poza neutrum od siebie. Przy bardzo dużym spłaszczeniu korkociągu, dalsze wychylanie steru wysokości musi być powolniejsze w celu uniknięcia przekroczenia krytycznego kąta natarcia na usterzeniu.

Gdy w korkociągu płaskim szybowiec wykonuje wahania podłużne, drążek należy oddać w chwili zwiększenia się pochylenia. Przesunięcie środka ciężkości szybowca przez

pochylenie ciała do przodu po odpięciu pasów może spowodować przejście z korkociągu płaskiego do stromego.

Gdy korkociąg płaski wystąpił poniżej 500 m lub gdy mimo prób wyprowadzenia szybowiec opadając wysokość tę przekroczył, należy bezwzględnie wykonać skok ratowniczy na wysokości gwarantującej otwarcie się spadochronu.

Spirala na łeb zdarza się w wyniku rozwoju sytuacji korkociągowej lub w razie nadmiernego pogłębienia zakrętu. Jeżeli powstała z rozwoju sytuacji korkociągowej, to przejście do niej z korkociągu może być przez pilota nie dostrzeżone. Przejście z korkociągu w spiralę objawia się wzrostem przeciążeń, niewielkim zmniejszeniem pochylenia, przyrostem prędkości i wzrostem skuteczności lotek. Wykonanie wówczas ruchów sterami, jak przy wyprowadzaniu z korkociągu, przerywa wprawdzie spiralę, lecz powoduje gwałtowne rozpędzanie się szybowca w stromym nurkowaniu z bardzo dużą stratą wysokości. W skrajnym przypadku zbyt duże wychylenie steru wysokości od siebie może doprowadzić do stromego nurkowania w locie odwróconym.

Prawidłowe wyprowadzenie polega na podniesieniu przechylonego skrzydła skoordynowanym ruchem lotki i steru kierunku, z jednoczesnym ustaleniem pochylenia sterem wysokości. Ściąganie drążka w spirali nie powstrzymuje wzrostu prędkości, lecz zwiększa jedynie przeciążenie.

Niesprawność sterów polega najczęściej na rozłączeniu się napędów, co objawia się brakiem reakcji szybowca na ruchy drążkiem lub pedałami albo na zacięciu się steru, co objawia się ciągłą zmianą położenia szybowca. W drugim przypadku, jeżeli zwiększenie siły na ster w celu wyeliminowania zacięcia nie da pożądanych rezultatów, należy wykonać skok ratowniczy (szczególnie przy zacięciu steru wysokości), póki jeszcze wysokość na to pozwala. Nie zawsze jednak skok ratowniczy jest konieczny, ponieważ niesprawność jednego steru można czasem skompensować innym sterem.

Skutkom zacięcia się steru kierunku można przeciwdziałać przechyleniem szybowca w przeciwną stronę, co spowoduje lot ślizgiem ze zmniejszonym zasięgiem i pozwoli na podprowadzenie szybowca do lądowania z niewielkim uszkodzeniem. Podobnie niewielkie zacięcie lotek można skompensować wychyleniem steru kierunku. W razie braku sterowności nie należy pochopnie decydować się na skok ze spadochronem, gdyż może to być spowodowane kry-

tycznie małą prędkością lotu w warunkach znacznej turbulencji, kiery to szybowiec może zdradzać objawy braku sterowności.

W przypadku rozłączenia się napędów steru wysokości możliwe jest sterowanie podłużne klapką wyważającą. Wymaga to uwzględnienia większych opóźnień niż przy sterowaniu drążkiem. Dobrze jest tę czynność wytrenować w normalnych lotach. Skuteczność klapki jest zazwyczaj tak duża, że pozwala na wykonanie nawet pętli, bez dotykania drążka. Brak działania lotek można skompensować obszernymi i energicznymi ruchami steru kierunku, a brak działania steru kierunku – delikatnymi wychyleniami lotek. Konstrukcja napędu steru kierunku w wielu typach szybowców powoduje, że zerwaniu jednej z linek napędu towarzyszy całkowite wychylenie steru w stronę całej linki. Należy je wyeliminować przyciągając pedał za strzemię palcami stopy.

Niesprawność przyrządów pokładowych może się objawiać brakiem wskazań lub wskazaniami nieprawidłowymi. Nie wywołuje to na ogół ujemnych skutków dla bezpieczeństwa lotów z widocznością, jeżeli pilot krytycznie ocenia wskazania przyrządów oraz umie ocenić przebieg lotu na podstawie obserwacji zewnętrznej oraz takich oznak, jak sterowność czy szum powietrza.

Najwięcej kłopotów sprawia niesprawność prędkościomierza. Jeżeli strzałka prędkościomierza reaguje na zmiany prędkości leniwie lub z zacinaniem się, wówczas może wprowadzić w błąd pilota przyzwyczajonego do sterowania podłużnego tylko według prędkościomierza. W razie zauważenia błędnych wskazań prędkościomierza lub ich całkowitego braku, należy kontynuować lot ślizgowy z nieco większym niż normalnie pochyleniem. Brak wskazań wysokościomierza można zastąpić wzrokową oceną wysokości, ze szczególnym uwzględnieniem dokładnej oceny kąta wysokości. Niesprawność któregokolwiek z podstawowych przyrządów pilotażowych jest sygnałem do przerwania zadania wykonywanego w rejonie lotniska i podejścia do lądowania.

2. Sytuacje niebezpieczne podczas wzlotu za wyciągarką

Upadek skrzydła na rozbiegu wywołuje konieczność natychmiastowego odczepienia się, ponieważ łączy się z szybką zmianą kierunku, a próba podniesienia skrzydła lotką —

na ogół bezskuteczna — może doprowadzić do uszkodzenia szybowca.

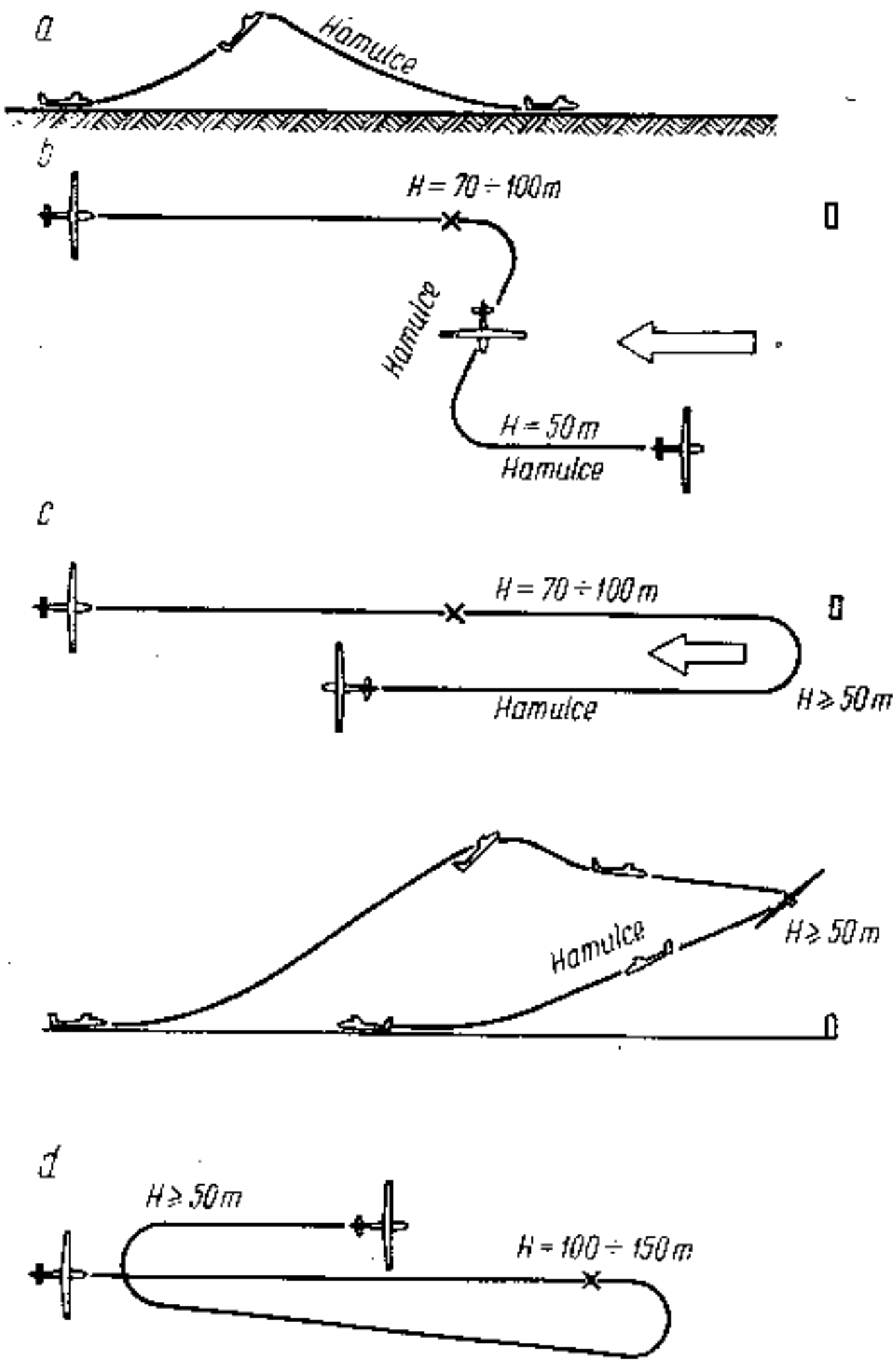
Przerwany ciąg na rozbiegu lub podczas wytrzymania. W razie przerwania ciągu na rozbiegu należy natychmiast odczepić się i zmienić kierunek ruchu szybowca w stronę przeciwną do tej, po której znajduje się ściągarka. Zmianę kierunku należy wykonać wychyleniem steru kierunku z jednoczesnym przeciwdziałaniem upadkowi skrzydła lotkami. Nieodczepienie się powoduje utworzenie pętli na lince, która wskutek szarpnięcia przez wyciągarkę może zaczepić się za kółko, powodując nieodpadnięcie liny od szybowca po wykonaniu wzlotu.

Gdy ciąg ulegnie przerwaniu podczas wytrzymania lub przejścia do wznoszenia, należy niewielkim ruchem drążka od siebie doprowadzić szybowiec do położenia równoległego z ziemią, odczepić się i lądować na wprost.

Przerwanie ciągu na wznoszeniu objawia się szybkim spadkiem prędkości i wyskoczeniem maski nad horyzont, bardzo gwałtownym, jeżeli lina zerwała się blisko szybowca. Pierwszą czynnością jest pochylenie szybowca do stromego szybowania w celu zabezpieczenia prędkości. Dopiero potem należy odczepić linę i ocenić kąt wysokości do skraju lotniska. Jeżeli kąt wysokości zapewnia lądowanie w granicach lotniska, należy lądować wprost, skracając lot hamulcami aerodynamicznymi i w razie konieczności niewielkimi zmianami kierunku. Jeżeli kąt wysokości jest zbyt duży, należy postąpić następująco (rys. 146):

1) jeśli wysokość nie przekracza 100 m, należy wykonać zakręt o 90° w kierunku szerszej strony lotniska, hamulcami obniżyć lot do 50 m, zamknąć hamulce, wykonać zakręt o 90° pod wiatr i lądować z użyciem hamulców; gdy słaby lub tylny wiatr nie pozwala na wykonanie takiego manewru, należy lecieć po prostej do przeciwległego skraju lotniska, po czym wykonać zakręt o 180°, otworzyć hamulce i lądować przeciwnie do kierunku normalnych lądowań, starając się przyziemić szybowiec na środku lotniska;
2) jeżeli wysokość przekracza 100 m, a manewr złożony z dwu zakrętów o 90° nie gwarantowałby lądowania w granicach lotniska, należy wykonać zakręt o 180° na zwiększonej prędkości i zejść do lądowania z następnego zakrętu o 180°. Drugi zakręt nie powinien być rozpoczęty niżej niż na 50 m i w związku z tym należy się liczyć z ewentualnością wykonania go przed znakami lub grupą startową.

Uwaga. Pochopne wykonywanie zakrętu o 180° bez zabezpieczenia prędkości i decydowanie się na lądowanie z tylnym wiatrem o sile przekraczającej 4 m/sek było już przyczyną niejednego wypadku szybowcowego. Postępowanie na wypadek przerwanego ciągu na różnych wysokościach zależy od miejscowych warunków meteorologicz-



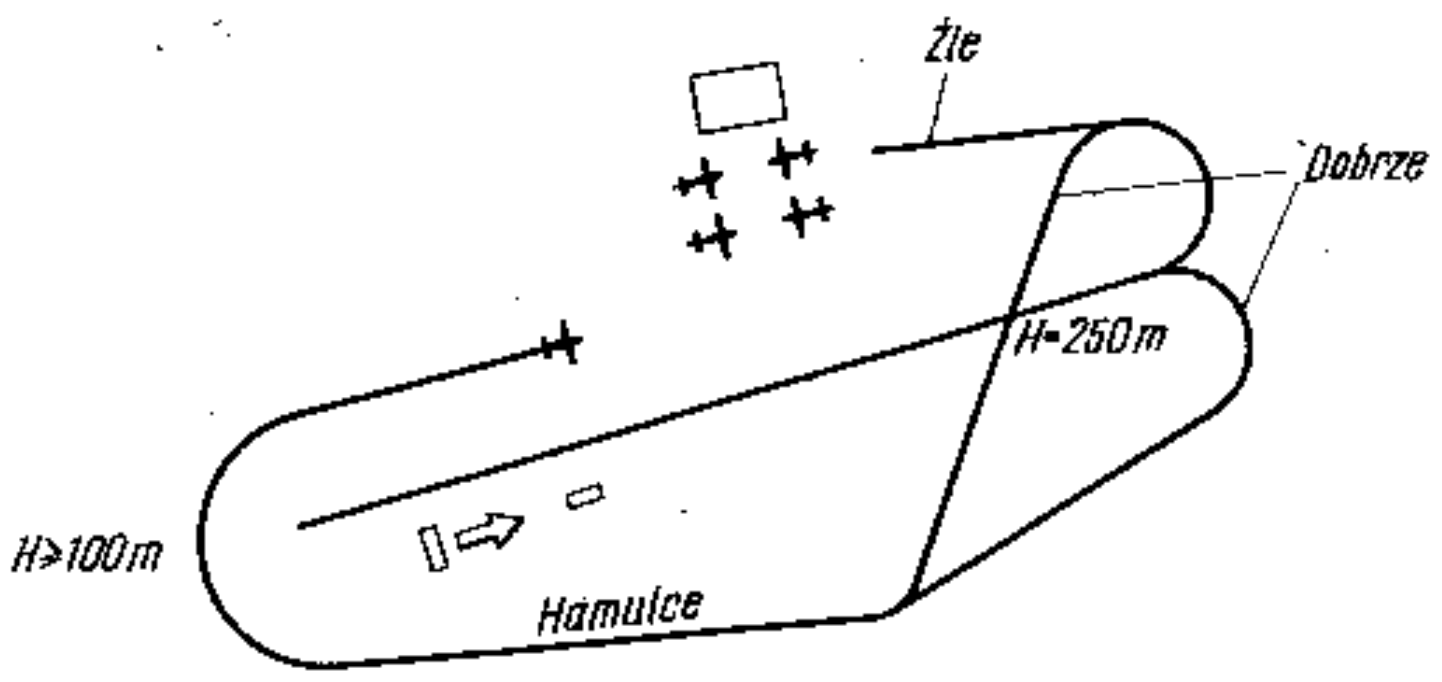
Rys. 146. Schemat postępowania w razie przerwania ciągu podczas wznoszenia za wyciągarką

a – lądowanie wprost, gdy wysokość jest mniejsza niż 50 m lub gdy jest pewność lądowania w granicach lotniska, *b* – właściwy manewr, gdy wysokość jest zbyt duża by lądować wprost, a za mała na krąg dwuzakrętowy, *c* – manewr, który można stosować tylko przy słabym wietrze lub w ciszy, gdy wysokość nie pozwala na lądowanie wprost i krąg dwuzakrętowy, *d* – przy wykonywaniu kręgu dwuzakrętowego może okazać się konieczne wykonanie drugiego zakrętu przed startem

nych i terenowych oraz typu szybowca. Dlatego powinno być sprecyzowane w planie lotu i uzgodnione z instruktorem.

Lot z nieodczepioną liną. W razie stwierdzenia, że odczepienie liny jest niemożliwe, należy zabezpieczyć prędkość i rozpocząć wykonywanie zakrętu. Jest to sygnał dla mechaników wyciągarkowego i ściągarkowego do obcięcia lin. Nie należy próbować zrywania bezpiecznika przez nurkowanie i wyrywanie, gdyż amortyzacja szarpnięcia przez zwis liny wyklucza taką możliwość. Po wykonaniu zakrętu o 90°, należy upewnić się patrząc na start, czy lina rzeczywiście nie jest odczepiona. Jeżeli sygnał ze startu informuje o tym, należy bez zwłoki skierować szybowiec w stronę lotniska. Tak samo należy postąpić, gdy mimo pewności, że lina została odczepiona, dostrzeżemy po pierwszym zakręcie sygnał o nieodczepieniu liny.

Cały lot należy wykonywać w obrębie granic lotniska, z prędkością zwiększoną o ok. 10 km/h, wytracając nadmiar wysokości z takim obliczeniem, aby zakręt do lądowania wykonać przed granicą lotniska (rys. 147) na wy-



Rys. 147. Lot z nieodczepioną liną wyciągarki

sokości ok. 100 m. Podczas lotu należy powtarzać próby odczepienia liny.

W razie zauważenia szybkiego, samoczynnego zwiększania się pochylenia świadczącego o zaczepieniu liny na przeszkodach, nie należy ściągać drążka, lecz głęboko przechylić szybowiec w stronę tendencji do zakręcania i wykonać ciasny zakręt ze zniżeniem w kierunku przypuszczalnego zaczepienia liny. W razie konieczności można w zakręcie pomagać otwarciem hamulców. Po nadleceniu nad miejsce przypuszczalnego zaczepienia liny, należy krążyć nad nim z przechyleniem ok. 45° na zwiększonej prędkości i wypro-

wadzić z krążenia na małej wysokości w kierunku otwartego przedpola. Po wyprowadzeniu z zakrętu otworzyć całkowicie hamulce w celu skrócenia lotu.

3. Sytuacje niebezpieczne podczas lotu holowanego

Sytuacje stwarzające konieczność odczepienia liny. Pilot szybowcowy powinien odczepić linę holowniczą w następujących sytuacjach:

1) upadek skrzydła na ziemię podczas rozbiegu, połączony ze stratą kierunku o 20°,
2) uderzenie szybowca w ziemię na wytrzymaniu, związane z uszkodzeniem szybowca (słychać głośny trzask),
3) naderwanie liny holowniczej podczas ruszania zespołu,
4) przerwa w pracy silnika samolotu,
5) pożar samolotu,
6) utrata samolotu z pola widzenia wskutek nienormalnego położenia szybowca lub wejścia zespołu w chmurę,
7) zaczepienie liny o części samolotu lub szybowca,
8) niesprawność sterów szybowca,
9) silne zluźnienie liny w pozycji szybowca pod strugami,
10) w każdej innej sytuacji, gdy dalsze kontynuowanie lotu grozi wypadkiem.

Odczepienie liny od samolotu. W razie odczepienia się liny holowniczej od samolotu podczas lotu na wysokości poniżej 200 m, należy natychmiast odczepić linę od szybowca i zabezpieczyć prędkość. W przypadku odczepienia się liny na wysokości większej, linę należy zrzucić w miejscu ułatwiającym jej znalezienie.

Postępowanie po nieprzewidzianym przerwaniu lotu holowanego. Gdy nastąpi nie przewidziane planem przerwanie lotu holowanego, należy zabezpieczyć prędkość i odczepić zwisającą przy szybowcu linę holowniczą (patrz punkt: „Odczepienie liny holowniczej"). Czynności dotyczące odczepienia liny holowniczej należy wykonać nawet wówczas, gdyby było widoczne pozostanie liny przy samolocie. Zabezpieczy to pilota przed przykrym skutkiem pozostawienia przy szybowcu niezauważonego odcinka zerwanej liny.

Po przerwaniu lotu holowanego należy — jeżeli wysokość na to pozwala — starać się lądować na lotnisku. Gdy oceniony kąt wysokości nie zapewnia bezpiecznego dolotu do lotniska, należy lądować przymusowo na najlepiej nadającym się do tego celu polu, znajdującym się w zasięgu szybowca.

W razie przerwania startu należy lądować bez zakrętu, skracając lot hamulcami (z ewentualnym zakrętem na dobiegu, gdy jest to konieczne). Po przerwaniu holu poza lotniskiem, na wysokości 100 m należy lądować wprost lub ze zmianą kierunku w celu uniknięcia zderzenia z przeszkodą.

Jednoczesne zacięcie się zaczepu samolotu i szybowca. Sytuacja taka jest mało prawdopodobna, a jedynym rozsądnym wyjściem z niej jest lądowanie w zespole. Płaskie podprowadzenie zespołu do lądowania, konieczne z uwagi na nadmiar doskonałości szybowca w stosunku do samolotu nie sprawia większego kłopotu. Trudności zaczynają się w chwili, gdy samolot dotknie ziemi, ponieważ szybowiec znajduje się wówczas jeszcze w powietrzu i wytraca prędkość wolniej niż toczący się po ziemi samolot. Aby uniknąć zderzenia, pilot samolotu powinien przedłużać dobieg samolotu silnikiem, co pozwala na wytracenie prędkości lądującemu szybowcowi.

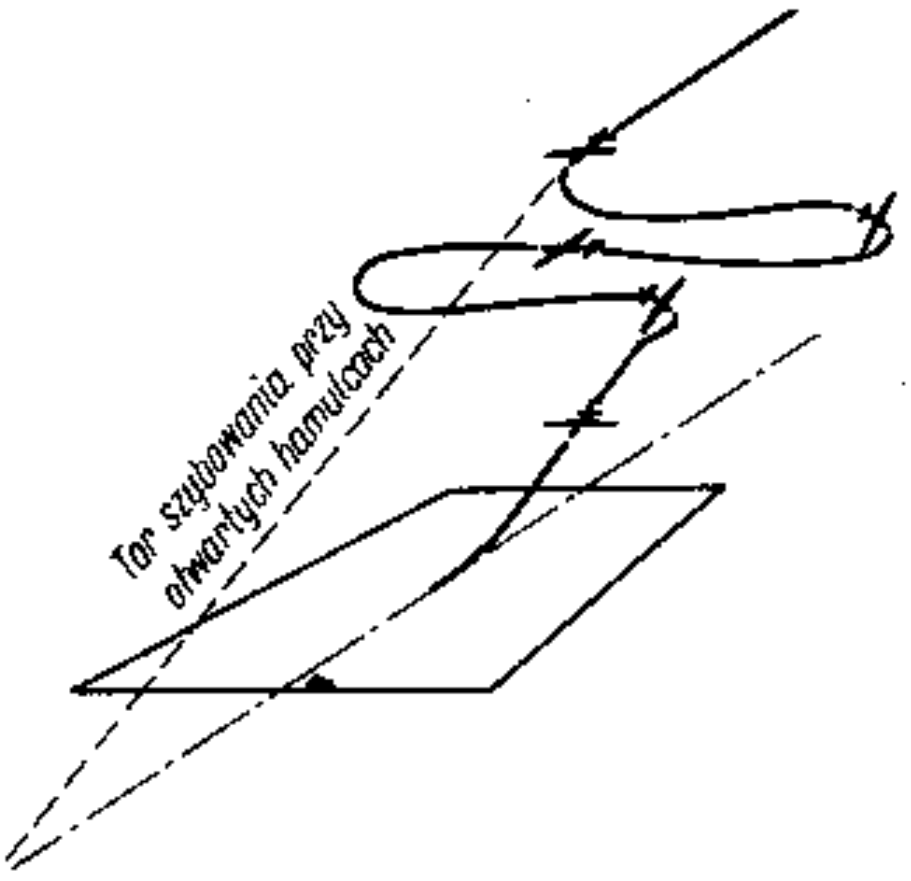
Zaczepy mogą się zaciąć również podczas przejścia zespołu do stromego nurkowania wskutek zadarcia ogona samolotu przez nadmierne wyjście szybowca do góry. W tej sytuacji szybowiec powinien otworzyć hamulce i zejść do poziomu samolotu, a na małej wysokości natychmiast odczepić linę, pamiętając o tym, że naprężona lina działająca pod kątem wymaga użycia dużej siły podczas odczepiania. Aby nie dopuścić do takiej sytuacji, należy zawsze w warunkach zwiększonej turbulencji lecieć tuż nad strugami zaśmigłowymi.

4. Sytuacje niebezpieczne podczas manewrowania do lądowania

Niedobór wysokości. Duża strata wysokości podczas manewru do lądowania może być spowodowana mimowolnym korkociągiem, silnym duszeniem, silnym wiatrem lub nieuwagą pilota, który nadmiernie oddalił się od lotniska lub pola przygodnego lądowania. Gdy kąt wysokości jeszcze na to pozwala, należy bez zwłoki skierować szybowiec w stronę lotniska, zachowując prędkość największego zasięgu. Na lotnisku przy słabym wietrze dopuszcza się możliwość lądowania w poprzek znaków startowych. W terenie przygodnym może się okazać to niemożliwe i wtedy ko-

nieczne jest przymusowe lądowanie na najbliższym, znajdującym się w zasięgu szybowca polu.

Gdy niedobór wysokości wystąpi podczas szybowania do lądowania, może się okazać konieczne lądowanie na przedpolu lotniska lub lądowiska lub też lądowanie na przeszkodę, która może być nie do ominięcia. Lądowanie na



Rys. 148. Manewr w razie przelotu nie dającego się zlikwidować pełnym otwarciem hamulców

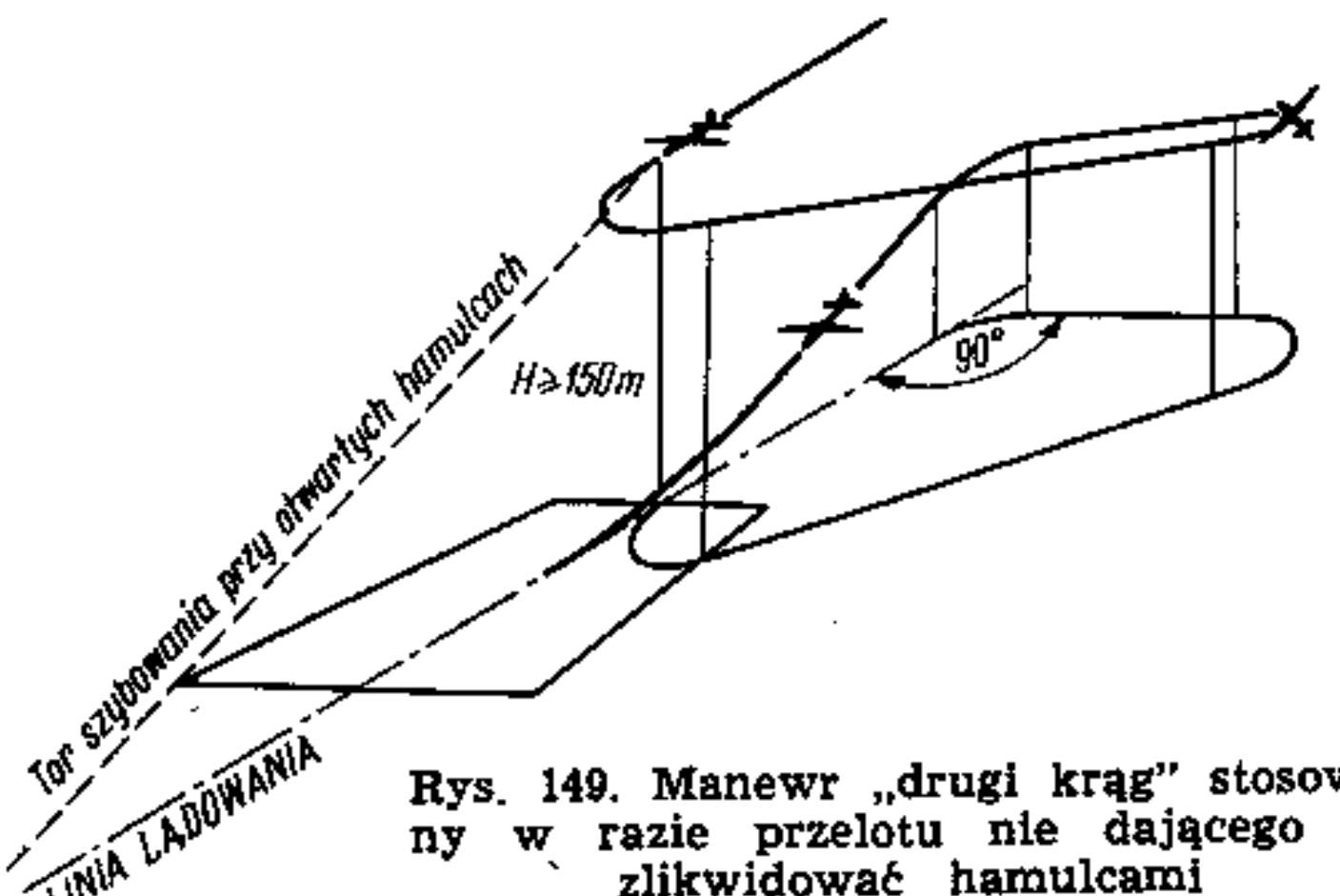
przedpolu jest jedynym rozsądnym wyjściem z sytuacji, gdy przelot nad przeszkodami na skraju lotniska nie jest pewny. W razie braku możliwości lądowania przed lotniskiem lub lądowiskiem można podjąć próbę dolotu do znajdującego się jeszcze w zasięgu szybowca jakiegoś innego pola. W czasie przymusowego lądowania należy w razie konieczności zastosować ześlizg połączony z otwarciem hamulców aerodynamicznych.

Nadmiar wysokości. Jeżeli podczas szybowania silne wznoszenie lub złe obliczenie spowoduje przelot grożący przeleceniem skraju lotniska lub lądowiska, należy ocenić, czy ześlizg na hamulcach będzie manewrem wystarczającym. Nieskuteczność takiego manewru dyktuje postępowanie następujące: zamknąć hamulce, wykonać zakręt o ponad 90°, a następnie zakręt ponad 180° (rys. 148) i jeżeli wysokość na to pozwala, przejść do normalnego esowania. Przy wysokości ponad 150 m można wykonać drugi krąg (rys. 149).

Zderzenie z przeszkodą. Jeżeli zderzenie z przeszkodą jest nieuniknione, należy dociągnąć pasy bezpieczeństwa i przed samą przeszkodą wprowadzić szybowiec w ześlizg o niewielkim przechyleniu i dużym kącie ślizgu, tak aby szybowiec zderzył się z przeszkodą najpierw skrzydłem.

Na moment przed zderzeniem należy podciągnąć nogi pod siebie, odepchnąć drążek i zasłonić twarz rękami.

Gdy zderzenie z przeszkodą ma nastąpić po przyziemieniu, wtedy na dobiegu można wykonać zakręt. Wychyla się w tym celu ster kierunku w stronę zakrętu i rozpoczyna przeciwdziałanie lotkami przechylaniu się szybowca. W miarę zakręcania należy zwiększyć wychylenie lotek, mając na uwadze spadek prędkości i ustawenie się skrzy-



Rys. 149. Manewr „drugi krąg" stosowany w razie przelotu nie dającego się zlikwidować hamulcami

dła zewnętrznego pod wiatr. Opadnięcie skrzydła przed zakończeniem dobiegu nie grozi poważniejszymi konsekwencjami, natomiast przy upadku skrzydła na początku dobiegu może nastąpić złamanie kadłuba.

Lądowanie na lesie wykonuje się pod wiatr wytracając prędkość w locie poziomym na wysokości $1 \div 3$ m nad poziomem wierzchołków drzew. Należy wybierać las gęsty, o najrówniejszej wysokości wierzchołków drzew.

Lądowanie na wodę. Na wodę należy lądować jak najbliżej brzegu, unikając zwisów, na minimalnej prędkości. Przed zetknięciem się z wodą należy otworzyć kabinę szybowca.

5. Sytuacje niebezpieczne podczas lotów termicznych i żaglowych

Burza w rejonie lotniska. W razie przechodzenia burzy przez rejon lotów, należy po zauważeniu jej oznak zbliżyć się do lotniska, obserwując rozwój i kierunek przesuwania się burzy. Po stwierdzeniu, że dostanie się szybowca w za-

sięg burzy jest nieuniknione, należy niezwłocznie otworzyć hamulce, wytracić wysokość i podejść do lądowania. Przed lądowaniem trzeba sprawdzić, czy bliskość burzy nie spowodowała zmiany kierunku i siły wiatru. Późne zaobserwowanie oznak burzowych może doprowadzić do tego, że lotnisko znajdzie się w zasięgu nawałnicy. Należy wówczas oddalić się z rejonu lotniska, obrać pole do lądowania i zabezpieczyć dobrze szybowiec po wylądowaniu.

W razie konieczności lądowania w nawałnicy, należy podejść do lądowania stromo pod wiatr, na znacznie zwiększonej prędkości. Jeżeli kabinę zalewa gęsty opad, należy przy lądowaniu obserwować ziemię przez otwarte boczne okienka.

Opuszczenie strefy zasięgu. Gdy szybowiec wskutek nieuwagi pilota znajdzie się poza strefą zasięgu, a wznoszenia zanikają lub ich wykorzystanie łączy się z coraz większym oddaleniem się poza strefę, należy wracać do lotniska z prędkością największego zasięgu, oceniając stale kąt wysokości i obierając po drodze lądowiska. Jeżeli do wysokości 300 m nie jest możliwe upewnienie się, że dolot do lotniska jest bezpieczny, należy podejść do lądowania na uprzednio wybranym polu.

Zgubienie się w locie. W razie zgubienia się w locie nadlotniskowym pilot powinien starać się uzyskać większą wysokość, gdy to tylko jest możliwe, następnie, pamiętając kierunek znoszenia szybowca i położenie lotniska w momencie rozpoczynania krążenia, określić kierunek, w którym powinno znajdować się lotnisko i skierować szybowiec w tę stronę. Najczęściej jest to powrót pod wiatr. Lecąc należy rozglądać się w poszukiwaniu znanych obiektów terenowych. Bardzo często piloci gubią lotnisko znajdując się dokładnie nad nim, na dużej wysokości.

Wejście w chmurę. Wejście niedoświadczonego szybownika w chmurę połączone jest z niebezpieczeństwem utraty orientacji przestrzennej i panowania nad szybowcem oraz zderzenia z innym szybowcem. W celu jak najszybszego opuszczenia chmury pilot powinien otworzyć pełne hamulce i zwiększyć prędkość w granicach do 120 km/h. W przypadku utraty panowania nad szybowcem, połączonego z niebezpiecznym wzrostem prędkości i przeciążeń, należy puścić na chwilę stery. Czynność powinna spowodować spadek prędkości, umożliwiający otwarcie hamulców i wznowienie sterowania.

Przejście na zawietrzną. Jeżeli w czasie żaglu zboczowego szybowiec dostanie się na zawietrzną, należy natych-

miast zabezpieczyć prędkość, oddalić się od zbocza i następnie odejść do lądowania na lotnisku lub wcześniej wybranym lądowisku.

Zderzenie w powietrzu. Zderzenie następuje zazwyczaj zupełnie niespodziewanie, gdyż dostrzeżenie w porę sytuacji kolizyjnej pozwala na jej uniknięcie. Stanowi więc ono dla pilota zaskoczenie i wywołuje najczęściej chęć natychmiastowego opuszczenia szybowca. Tymczasem często się zdarza, że szybowiec po zderzeniu jest nadal sterowany i zdolny do wykonywania lotu. Zdarzały się wypadki udanego lądowania szybowców opuszczonych przez pilotów w wyniku zderzenia. Dlatego też w takiej sytuacji należy szybko ocenić charakter uszkodzeń i sterowność szybowca. Jeżeli lot na szybowcu jest możliwy, należy go kontynuować aż do lądowania, zachowując ostrożność, jaką dyktuje charakter uszkodzeń. Na przykład przy urwanej końcówce lewego skrzydła należy unikać lewych zakrętów. Zderzenie na większej wysokości (jeżeli pilot nie doznał obrażeń ciała) pozostawia zawsze rezerwę czasu na wypróbowanie szybowca i stwierdzenie charakteru uszkodzeń.

6. Sytuacje niebezpieczne podczas lotów akrobacyjnych

Ślizg na ogon zdarza się podczas nieudanej pętli lub przewrotu, gdy szybowiec zwisa w pionowym wznoszeniu wskutek braku prędkości. Szybowiec zaczyna wówczas ślizgać się w dół po ogonie. Rosnąca prędkość ujemna grozi wyłamaniem sterów. Ściągnięcie drążka w tej sytuacji przyśpiesza zwalenie się na łeb, a oddanie może ten moment opóźnić lub spowodować przejście na plecy. Obowiązkiem pilota jest silne zablokowanie wychylonego steru kierunku i mocne dociągnięcie drążka. Spowoduje to przejście szybowca w korkociąg.

Przejście do lotu odwróconego. Przejście do lotu odwróconego może się zdarzyć wskutek oddania drążka w momencie zawiśnięcia na plecach w pętli lub podczas wykonywania wywrotu. Szybowiec w tej sytuacji szybko się rozpędza. Dlatego nie należy ściągać drążka, lecz wychylić lotki do oporu w dowolną stronę, co spowoduje obrócenie szybowca stromą półbeczką do lotu normalnego. Natomiast ściąganie drążka w takie sytuacji może doprowadzić do przekroczenia prędkości dopuszczalnej oraz do dużej straty wysokości.

Niektóre dane liczbowe szybowców stosowanych w szkoleniu szybowcowym Tablica 3

	Wyszczególnienie		SZD-10 „Czapla"	SZD-15 „Sroka"	SZD-9 „Bocian"	SZD-12 „Mucha 100"	SZD-22 „Mucha Standard"	SZD-25 „Lis"	SZD-8 „Jaskółka"
Osiągi	Maksymalna doskonałość		17,1	19	26	24	27,8	25,5	26,4
	V_{min} i odpowiadające opadanie	$\left[\frac{km/h}{m/sek}\right]$	$\frac{45}{1}$	$\frac{50}{0,97}$	$\frac{60}{0,97}$	$\frac{55}{0,83}$	$\frac{59}{1,00}$	$\frac{59}{0,87}$	$\frac{60}{0,8}$
	V_{ek} i odpowiadające opadanie	$\left[\frac{km/h}{m/sek}\right]$	$\frac{52}{0,96}$	$\frac{58}{0,88}$	$\frac{70}{0,83}$	$\frac{62}{0,76}$	$\frac{71}{0,73}$	$\frac{70}{0,8}$	$\frac{68}{0,76}$
	V_{opt} i odpowiadające opadanie	$\left[\frac{km/h}{m/sek}\right]$	$\frac{64}{1,1}$	$\frac{64}{0,9}$	$\frac{80}{0,84}$	$\frac{70}{0,81}$	$\frac{75}{0,77}$	$\frac{76}{0,83}$	$\frac{80}{0,84}$
	Opadanie przy $V = 100$ km/h	[m/sek]	2,4	2,42	1,18	1,56	1,25	1,4	1,24
Zalecane prędkości [km/h]	Lot prosty		65	65	80	70	75—80	75—80	80
	Zakręt z przychyleniem 30°		70	70	85	75	80	80	85
	Zakręt z przychyleniem 45°		80	80	90	85	90	90	90
	Zakręt z przychyleniem 60°		90	90	100	95	100	100	100
	Ześlizgi		65—70	65—70	80	70—75	brak wskazań	brak wskazań	80
	Szybowanie z otwartymi hamulcami		65—75	65—75	80—90	70—80	75—85	75—85	80
	Wzlot za wyciągarką	V_{min}	60	60	70	65	70	70	70
		V zalecana	75	75	80	75	80	80	80
	Holowanie za samolotem (wznoszenie)		90	90	100	100	100	100	100
	Korkociąg	wprowadzenie	—	52	60	55	55	56	60
		wyprowadzenie	—	130	150	130	130	130	130

Zalecane prędkości [km/h]	Pętla (wprowadzenie i wyprowadzenie)		—	140	150	140	150	150	160
	Przewrót (wprowadzenie i wyprowadzenie)		—	140	160	140	150	150	160
	Zwrot	wprowadzenie	—	140	160	140	150	150	160
		wyprowadzenie	—	60	70	60	70	70	70
	Wywrót niesterowany	wprowadzenie	—	—	80	—	80	80	100
		wyprowadzenie	—	—	150	—	150	150	170
	Start z lin gumowych		tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak
Niektóre dane z zakresu eksploatacji	V_{max} wzlotu za wyciągarką [km/h]	powietrze spokojne	100	100	115	94	95	110	110
		powietrze burzliwe	80	90	90	80	85	90	90
	V_{max} lotu holowanego za samolotem [km/h]	powietrze spokojne	110	140	140	130	150	140	150
		powietrze burzliwe	100	110	100	110	130	126	120
	V_{max} lotu swobodnego [km/h]	powietrze spokojne	160	200	200	200	250	230	250
		powietrze burzliwe	120	130	150	140	140	126	180
	Dopuszczalna prędkość wiatru dla lotu [km/h]	swobodnego	12	12	20	30	20	12	20
		nieswobodnego	8	8	18	15	18	8	10
	Dopuszczalny współczynnik obciążenia		+4,5 —2,25	+5 —2,5	+6 —3	+6 —3	+6 —3	+6 —3	+6 —3
	Ciężar załogi ze spadochronem [kG] (dopuszczalny)		170	85	170	110	110	110	90

Uwaga: dane z zakresu eksploatacji odnoszą się do szybowców nowych fabrycznie. Dla egzemplarzy używanych mogą być wprowadzone ograniczenia. Wszystkie dane szybowca „Jaskółka" odnoszą się do szybowca z klapami niewychylonymi.

Uszkodzenie szybowca w powietrzu. W locie akrobacyjnym może się zdarzyć uszkodzenie szybowca lub całkowite jego zniszczenie. W razie urwania się skrzydła nie wolno zwlekać z opuszczeniem kabiny, gdyż wirowanie rozpędzającego się szybowca może uniemożliwić później tę czynność. To samo dotyczy przypadku urwania się obu skrzydeł, ponieważ opadający pionowo kadłub szybowca traci gwałtownie wysokość.

Jeżeli podczas wykonywania akrobacji usłyszy się głośny trzask świadczący o pękaniu pokrycia, należy jak najłagodniej wyprowadzić szybowiec z figury, przerwać akrobację i doprowadzić szybowiec do lądowania, unikając głębokich zakrętów i ślizgów.

PYTANIA KONTROLNE

WSTĘP

1. Jakie czynności w locie poza pilotażem wykonuje pilot?

I. PRZYGOTOWANIE DO LOTÓW

2. Jakie czynności powinien wykonać pilot bezpośrednio przed lotem?

II. TECHNIKA WYKONYWANIA PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW LOTU

3. Jakie jest zasadnicze działanie sterów szybowca?
4. Co wiesz o efektach wtórnych sterów?
5. Co nazywamy koordynacją wychyleń lotek i steru kierunku?
6. W jaki sposób pilot powinien kontrolować reakcje szybowca na wychylenia sterów?
7. Na czym polega zasada sterowania podwójnymi ruchami?
8. Jak należy dzielić uwagę podczas prostego lotu ślizgowego?
9. Jaka jest rola klapki wyważającej w utrzymaniu właściwej prędkości lotu?
10. Jaki jest związek między utrzymaniem równowagi poprzecznej i kierunku lotu?
11. Jaki wpływ ma pozycja ciała pilota w kabinie na zachowanie równowagi poprzecznej?
12. Jak należy reagować sterami w celu zachowania równowagi poprzecznej i właściwego kierunku lotu?
13. Jak należy zachować właściwy kierunek lotu przy bocznym wietrze (narysować)?
14. Jak należy reagować sterami na zakłócenia równowagi poprzecznej i kierunku podczas turbulencji?
15. Na jakie zasadnicze fazy dzieli się zakręt?

16. Co to jest prędkość kątowa w zakręcie i jak się ją ocenia?
17. Jak należy dzielić uwagę podczas wykonywania zakrętu?
18. Opisz technikę wykonania zakrętu?
19. Jak należy eliminować wyślizgi i ześlizgi w zakręcie?
20. Co to jest wyprzedzenie (kąt wyprzedzenia) przy wyprowadzaniu z zakrętu i jak dobierać jego wielkość?
21. Jaki jest wpływ wiatru na tor lotu szybowca względem ziemi w zakręcie?
22. Opisz technikę wykonania i podział uwagi w ześlizgu kierunkowym i nakierunkowym.

III. WZLOT ZA WYCIĄGARKĄ

23. Na jakie etapy dzieli się wzlot za wyciągarką?
24. Opisz i narysuj profil wzlotu za wyciągarką.
25. Omów technikę wzlotu za wyciągarką oraz najczęstsze błędy.
26. W jaki sposób utrzymuje się kierunek podczas wzlotu za wyciągarką przy bocznym wietrze?

IV. LĄDOWANIE

27. Z jakich faz składa się lądowanie (narysuj)?
28. Opisz technikę lądowania przy słabym i silnym wietrze.
29. Jak przebiega lądowanie z bocznym wiatrem?
30. Czym charakteryzuje się i jak należy wykonać lądowanie przy tylnym wietrze?
31. Jakie są skutki zbyt bliskiego, a jakie zbyt dalekiego patrzenia podczas lądowania?
32. Jak należy poprawiać nieprawidłowości profilu lądowania?

V. SZYBOWCOWY KRĄG NADLOTNISKOWY

33. W jakich okolicznościach należy wykonywać krąg czterozakrętowy, a w jakich dwuzakrętowy?
34. Opisz czynności pilota podczas lotu po kręgu czterozakrętowym i dwuzakrętowym?
35. Wymień sposoby poprawienia obliczenia do lądowania na szybowcu.
36. Jak wykonywać ostatni zakręt przed lądowaniem, aby wyprowadzić z niego szybowiec na właściwym kierunku do lądowania?

VI. LOT HOLOWANY ZA SAMOLOTEM

37. Czym różni się sterowanie w locie holowanym za samolotem od sterowania w locie wolnym?
38. Jak należy utrzymywać i poprawiać wysokość w locie holowanym?
39. Opisz technikę usuwania zwisu liny holowniczej.
40. Opisz technikę usuwania zwisów, przesunięć bocznych i zakłóceń kierunku w locie holowanym.
41. Jakie są przyczyny wahań poprzecznych szybowca i jak należy „gasić" te wahania?
42. Jak ocenić zgodność toru lotu szybowca i samolotu w zakręcie i jakie są zasady poprawiania odchyleń?
43. Opisz technikę startu za samolotem.
44. Omów prawidłowe i nieprawidłowe trawersowanie zespołu przy bocznym wietrze.
45. Opisz technikę przechodzenia przez strumień zaśmigłowy i lotu pod nim, odczepienie i manewr po odczepieniu.
46. Jak i w jakich okolicznościach pilot szybowca może kierować zespołem?
47. Opisz sposób gospodarowania wysokością po odczepieniu i wejścia w krąg nadlotniskowy.
48. Opisz technikę lotu za samolotem podczas zniżania zespołu.

VII. LOTY TERMICZNE I ŻAGLOWE

49. Opisz zasady nawiązywania kontaktu z termiką i wznoszeniami zboczowymi przy zastosowaniu wzlotu za wyciągarką.
50. Opisz przebieg wzlotu z lin gumowych.
51. Jakie znasz zasadnicze sposoby zejścia do lądowania?
52. Opisz technikę esowania.
53. Opisz przebieg i technikę lądowania pod stok.
54. Opisz technikę wytracania nadmiaru wysokości ześlizgiem podczas szybowania.
55. Co nazywamy strefą zasięgu i wysokością krytyczną szybowca w locie termicznym?
56. Co nazywamy centrowaniem komina i jakie są zasadnicze sposoby centrowania kominów?
57. Jakie są objawy wzlotu szybowca do komina termicznego?
58. Jak odszukuje się zagubione wznoszenie?
59. Jak dobiera się prędkość przeskoku zapewniającą dolot do następnego komina z najmniejszą stratą wysokości i czasu?

60. Jak dobiera się prędkość dolotu z najmniejszą stratą wysokości do określonego punktu w terenie (prędkość maksymalnego zasięgu)?
61. Dlaczego nie należy wchodzić w chmury podczas lotów termicznych i jak należy unikać „wciągania" w chmury?
62. W jakich godzinach występują najczęściej kryzysy termiczne?
63. Jaką taktykę należy stosować podczas lotu czasowego do kat. „D"?
64. Opisz wykorzystywanie wznoszeń zboczowych i prądów termicznych nad zboczem.
65. Podział uwagi podczas lotów termicznych i żaglowych.
66. Omów przygotowanie szybowca i osobiste pilota do lotów termicznych i żaglowych?
67. W jakich okolicznościach należy przerwać wykonywanie lotu termicznego lub żaglowego?
68. Jakie środki ostrożności należy podjąć zniżając się do lądowania po wykonaniu lotu termicznego lub żaglowego?

VIII. PRZELOTY SZYBOWCOWE

69. Narysuj i omów teoretyczny schemat przelotu.
70. Od jakich czynników zależy prędkość przelotowa i przeskoku?
71. Jak należy przeprowadzić przygotowanie nawigacyjne do przelotu?
72. Jak ustalić kierunki przeskoków na przelocie?
73. Omów zasady nawigowania podczas przelotów i postępowania w razie utraty orientacji w terenie.
74. Z jakiej wysokości należy wybierać lądowisko w terenie przygodnym?
75. Czym należy kierować się przy wyborze przygodnego lądowiska?
76. Jak ocenić przydatność terenu i kierunek wiatru na przygodnym lądowisku?
77. Omów technikę przygodnego lądowania w zależności od rodzaju nawierzchni i uprawy.
78. Jak ocenia się przydatność terenu przygodnego do lądowania samolotu i startu zespołu i jak należy przygotować pole do tego celu?
79. Omów przygotowanie do startu zespołu z terenu przygodnego i technikę jego wykonania.

IX. AKROBACJA PODSTAWOWA

80. Jak należy przygotować szybowiec do lotów akrobacyjnych?
81. Omów technikę wykonania przeciągnięć statycznego i dynamicznego oraz różnicę między nimi.
82. Omów technikę wykonania ześlizgów z przechyleniem większym od granicznego.
83. Omów technikę wykonania spirali.
84. Omów technikę wykonania korkociągu z wyprowadzeniem na zamierzony kierunek po ustalonej liczbie zwitek.
85. W jakich okolicznościach może zdarzyć się korkociąg płaski i czym się on różni od stromego?
86. Opisz pętlę i technikę jej wykonania.
87. Opisz przewrót. Co nazywamy płaszczyzną przewrotu?
88. Omów technikę wykonania zwrotu.
89. Opisz szybki wywrót i technikę jego wykonania.
90. Omów zasady wiązania figur.

X. LOTY BEZ WIDOCZNOŚCI ZIEMI

91. Jakie są charakterystyczne cechy lotu bez widoczności różniące ten lot od lotu z widocznością?
92. Jak należy oceniać położenie szybowca w locie „ślepym"?
93. Jaka zasada sterowania jest szczególnie ważna w locie bez widoczności ziemi?
94. Omów właściwości wskazań zakrętomierza i chyłomierza poprzecznego.
95. Omów właściwości wskazań prędkościomierza i wariometru.
96. Omów wskazania busoli magnetycznej w locie na różnych kursach i w zakręcie.
97. Jak należy dzielić uwagę w locie prostym?
98. Jak należy poprawiać odchylenia prędkości?
99. Jak należy eliminować zwisy i reagować na wskazania zakrętomierza w locie prostym?
100. Na podstawie wskazań jakich przyrządów ocenia się przechylenie w zakręcie?
101. Opisz technikę wykonania płytkiego zakrętu.
102. Opisz technikę wykonania głębokiego zakrętu.
103. Jaka jest ogólna zasada reagowania lotkami i sterem kierunku na odchylenia strzałki i kulki?
104. Jaki błąd jest najczęściej popełniany przy wyprowadzaniu z zakrętu?

105. Opisz technikę wyprowadzania z zakrętu na zamierzony kurs.
106. Jak należy wyprowadzać z nieprawidłowych sytuacji, gdy położenie szybowca jest znane?
107. Jaka jest kolejność czynności przy wyprowadzaniu z nienormalnych sytuacji, jeśli pilot utracił orientację co do położenia szybowca?
108. Jak należy postąpić, gdy podejrzewa się niesprawność zakrętomierza?
109. Jakie są wskazania przyrządów w korkociągu i jak należy z niego wyprowadzać?

XI. LOTY NA NOWYM TYPIE SZYBOWCA

110. Na czym polega zapoznanie się z konstrukcją, obsługą szybowca i jego osiągami?
111. Jak należy zachować się w pierwszym locie na nowym typie szybowca?

XII. SYTUACJE NIEBEZPIECZNE W LOTACH SZYBOWCOWYCH

112. Jakie są ogólne zasady postępowania w sytuacjach niebezpiecznych?
113. Jakie są objawy przeciągnięcia i jak należy reagować w razie przeciągnięcia szybowca?
114. Omów rozwój sytuacji korkociągowej.
115. Jak odróżnić spiralę na łeb od korkociągu i jak należy z niej wyprowadzać?
116. Omów postępowanie w przypadkach niesprawności sterów.
117. Jak postąpić w razie niesprawności przyrządów pokładowych w powietrzu?
118. Co należy uczynić, gdy podczas rozbiegu za wyciągarką upadnie skrzydło na ziemię?
119. Jak należy zareagować, gdy przerwanie ciągu wyciągarki nastąpi podczas rozbiegu?
120. Omów zasady postępowania podczas przerwanego ciągu wciągarki na wznoszeniu.
121. Co powinien uczynić pilot, gdy nie może odczepić liny wyciągarki?
122. Omów zasady postępowania podczas lotu z nieodczepioną liną wyciągarki.
123. W jakich sytuacjach pilot szybowca powinien odczepić się podczas lotu holowego?

124. Omów zasady postępowania szybownika po nieprzewidzianym przerwaniu lotu holowanego.
125. Omów technikę lądowania zespołu.
126. Jak postąpić, gdy wskutek nadmiernego wyjścia szybowca do góry zespół przejdzie do lotu nurkowego?
127. Omów zasady postępowania w razie niedoboru wysokości podczas lotu w rejonie lotniska lub lądowiska.
128. Jak należy postąpić, gdy okaże się, że podczas szybowania do lądowania, nadmiar wysokości nie da się wytracić ześlizgiem i hamulcami i grozi przelecenie lotniska lub lądowiska?
129. Omów technikę lądowania na lesie i na wodzie.
130. Co należy uczynić w razie przechodzenia burzy przez rejon lotów lub spotkania jej na trasie przelotu?
131. Jak postąpić w razie zniesienia szybowca na zawietrzną podczas żaglowania?
132. Jak postąpić, gdy szybowiec w wyniku nieprawidłowo wykonanej figury akrobacji rozpocznie ślizg na ogon?
133. Jak wyprowadzić szybowiec z lotu odwróconego?
134. Jakie czynności należy wykonać po uszkodzeniu lub zniszczeniu szybowca w powietrzu?

Cena zł 18.–